



UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO
“HERMANOS SAIZ MONTES DE OCA”
CENTRO DE ESTUDIOS DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
(CEMARNA)

**Estudio de impacto ambiental del nuevo relleno sanitario del cantón Paján,
provincia de Manabí, Ecuador.**

Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en "Gestión Ambiental"
Mención: "Evaluación de Impacto Ambiental"

Autor: Ing. Alberto Fabrizzio Macías Fuentes

Tutor: Dr. C. Alfredo Zenén Domínguez González

Pinar del Río, 2011

DEDICATORIA

Dedico a Dios este trabajo, por darme la fuerza para concluirlo. A mis dos madres, a mi esposa y mis hijos, por ser motivo de inspiración y de apoyo para llegar a la meta propuesta.

AGRADECIMIENTOS

Me pongo ante la presencia de Dios para darle las gracias por haberme dado fortaleza para alcanzar con éxitos los objetivos trazados.

Mi gratitud a la Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saiz Montes de Oca”, especialmente a su rector Dr. C. Andrés Erasmo Ares Rojas y a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, y en su nombre a su rector Ing. Climaco Cañarte.

Mi agradecimiento al Centro de Estudios de Medio Ambiente y Recursos Naturales (CEMARNA) de la Universidad de Pinar del Río por haber coordinado este programa de maestría.

El reconocimiento muy especial para mi tutor Dr. C. Alfredo Zenén Domínguez González y para mi compañero y amigo, MSc. Yordanis Gerardo Puerta de Armas, por sus orientaciones y guía en esta investigación.

RESUMEN

Entre los problemas ambientales más graves de las ciudades, figuran la contaminación atmosférica y del agua, y el manejo de los residuos sólidos urbanos, constituyendo estos últimos uno de los principales desafíos para los gobiernos municipales en Latinoamérica en general y el Ecuador en particular, dada la necesidad de ofrecer una adecuada solución ambiental a la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de crecientes volúmenes de basura que se generan diariamente en sus ciudades.

Esta realidad determinó el objetivo central de este trabajo, dirigido a realizar un estudio de impacto ambiental del proyecto de relleno sanitario del cantón Paján, identificándose como objeto de estudio, el impacto ambiental asociado a la construcción del mismo y como campo de acción, la gestión ambiental de los residuos sólidos urbanos. El principal aporte de la tesis radica en que ofrece a las autoridades locales una herramienta confiable, científicamente sustentada, para el rediseño del relleno sanitario, contribuyendo así al proceso administrativo de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto por parte de la autoridad ambiental competente de la provincia. Por tanto, estudios técnicos como el que aparece en este informe, unido a la participación ciudadana, pueden ayudar a tomar la mejor decisión sobre el nuevo relleno sanitario.

Palabras Clave: Relleno sanitario, residuos sólidos, impacto ambiental, gestión ambiental.

SUMMARY

Among the most serious environmental problems of the cities are mentioned the atmospheric and water pollution and the management of the urban solid residues, the last one, which constitutes one of the main challenges for the municipality governments in Latin American in general and particularly in Ecuador, due to the necessity of offering a suitable environmental solution to collect, transport, treatment and the final disposition of the growing volumes of garbage disposal that are generated daily in their cities.

This reality determines the goal of this work. It is guided to do a research concerning the environmental impact of the project the sanitary filled Pajan canton. The object of this study was identified as the environmental impact associated to its construction and as a field of action, the environmental management of the urban solid residues.

The main contribution of the thesis is that it gives to the local authorities a reliable tool, scientifically supported to redesign the sanitary filled. It helps the administrative processes of evaluation of the environmental impact of the project carried out by the environmental authority of the province. Therefore, technical studies like this, together with the citizens participation, may help to take the best solution about the new sanitary filled.

Key words: sanitary filled, solid residues, environmental impact, environmental management

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	- 1 -
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	- 9 -
1.1. Marco teórico – conceptual de la Evaluación de Impacto Ambiental y la gestión de Residuos Sólidos Urbanos.....	- 9 -
1.2. Problemática ambiental de la gestión de Residuos Sólidos Urbanos.....	- 19 -
1.2.1. Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos.	- 19 -
1.2.2. Impacto ambiental de los residuos sólidos urbanos.	- 21 -
1.2.3. La gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe.	- 26 -
1.2.4. La gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en Ecuador.	- 31 -
1.3. Marco jurídico e institucional de la Evaluación de Impacto Ambiental y la gestión de Residuos Sólidos Urbanos en Ecuador.....	- 32 -
CAPÍTULO II. MATERIALES Y METODOS.....	- 39 -
2.1. Caracterización del proyecto evaluado.	- 39 -
2.2. Diseño metodológico.....	- 43 -
2.3. Materiales.....	- 47 -
2.4. Métodos empleados.....	- 48 -
2.5. Limitaciones de la investigación.	- 50 -
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSION	- 51 -
3.1. Estudio de Línea Base Ambiental del nuevo relleno sanitario del cantón Paján.....	- 51 -
3.1.1. Componentes físicos – geográficos.	- 52 -
3.1.2. Componentes socioeconómicos.....	- 56 -
3.2. Identificación, valoración y ponderación de impactos ambientales.	- 61 -
3.3. Propuesta de medidas correctoras o de mitigación.....	- 68 -
CONCLUSIONES.....	- 72 -
RECOMENDACIONES	- 74 -
BIBLIOGRAFÍA	- 75 -
ANEXOS.....	- 89 -

INTRODUCCIÓN

“La situación actual de la protección del medio ambiente se caracteriza por el carácter global y la urgencia que ha adquirido la temática en la contemporaneidad, manifestándose en un amplio espectro de rasgos que gravitan negativamente en todos los confines de la naturaleza, la economía y la sociedad planetarias, en tanto que ha surgido un nuevo debate ético: el motivado por los cambios ambientales que a escala global y local afectan a toda la Humanidad y amenazan su propia existencia” (Jaula, 2006a).

Eventos internacionales como la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en 1972 en Estocolmo, Suecia, o la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Río de Janeiro, Brasil, 1992), dieron la oportunidad a la comunidad internacional de discutir sobre los desafíos ambientales que enfrenta la humanidad y adoptar compromisos para mitigar los impactos causados por la acción antrópica en los ecosistemas de la Tierra. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible realizada en Johannesburgo, Sudáfrica, en el año 2002, reiteró la alerta de tres décadas atrás cuando en Estocolmo se reconocía el ya evidente deterioro de las condiciones ambientales en muchas regiones del planeta (Puerta, 2009).

El medio ambiente se convirtió desde entonces en una cuestión de importancia internacional. Pero en los años subsiguientes, las actividades encaminadas a integrar el medio ambiente en los planes de desarrollo y en los procesos de adopción de decisiones en el plano nacional, no llegaron muy lejos, pues aunque se avanzó discretamente respecto a cuestiones científicas y técnicas, se siguió soslayando el tema ambiental en el plano político, mientras se continuaban agravando el agotamiento del ozono, el calentamiento del planeta y la degradación de los bosques, entre otros problemas ambientales.

En el caso de la República del Ecuador, la inserción de la dimensión ambiental en la planificación territorial constituye una política del Estado desde la segunda mitad del siglo XX, pero en la práctica se ha continuado trabajando sobre la base del ordenamiento territorial como criterio político-administrativo, sin considerar los criterios ecológicos sobre los que debe sustentarse cualquier propuesta de este tipo.

Ese problema se evidencia con particular fuerza en la gestión de los residuos generados por las diversas actividades humanas, algo que fue reconocido en la Cumbre de Río, donde se destacó que la gestión ecológicamente racional de los residuos se encontraba entre las cuestiones que más importancia tenían para mantener la calidad del ambiente de la Tierra (ONU, 1992).

Han surgido una multiplicidad de instrumentos de política y gestión ambiental que se recogen en la abundante literatura científica sobre el tema de las últimas décadas, y también un creciente marco jurídico que abarca desde la escala local (como las ordenanzas municipales ecuatorianas), hasta los niveles nacional e internacional (sustentados estos últimos en sistemas de normas, como las del grupo ISO 14 000). De los instrumentos de gestión ambiental, uno de los de uso más generalizado, es la llamada Evaluación de Impacto Ambiental (Jaula, 2006b; CITMA, 2007; Casas, 2007; Díaz, 2009 y Puerta, 2009).

La Evaluación de Impacto Ambiental (en lo adelante, EIA), se reconoce como un proceso en el que se analizan los efectos positivos y negativos para el medio ambiente de un proyecto de obra o actividad humana. Su finalidad es facilitar a los encargados de tomar decisiones, la información que les permita ponderar las medidas de protección del medio ambiente a implementar (tanto durante el proceso conducente a la aprobación, rechazo o modificación del proyecto, plan o actividad objeto de estudio, como durante sus fases constructiva y operacional, en caso de ser aprobado).

La Ley de Política Nacional Ambiental de los Estados Unidos, que data de 1969 y que entró en vigor el 1ro de enero de 1970, ha sido la norma básica que ha inspirado los procesos de EIA, conociéndose como la Carta Magna del Medio Ambiente (De Jone, 1994; Canter, 1996; Casas, 2007 y Ramos, 2008).

Otros ejemplos que se reconocen en la literatura científica, son la normativa alemana de 1972, que crea el régimen jurídico de la Valoración Ambiental de Proyectos y la regulación canadiense de 1973, que establece el Procedimiento de Revisión de Evaluaciones Ambientales, así como las experiencias de Australia y Nueva Zelanda que datan también de la década de 1970 (Díaz, 2009).

Desde finales de la década de 1970 Europa muestra instrumentos jurídicos de EIA, surgidos en países como Francia, Irlanda y Alemania (1976). En 1979 lo incorporó Holanda en su legislación y Bélgica en 1984, mientras que en Grecia, España e Italia, se introduce en el año 1986 (Pizarro, 2006).

En América Latina y el Caribe, las primeras experiencias en la implementación de las EIA se registran en la propia década de 1970 en Colombia (1974) y en Brasil (1982). En Cuba, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente promulga en el año 1995 la Resolución 168 sobre el “Reglamento para la realización y aprobación de las EIA y el otorgamiento de las Licencias Ambientales (Díaz, 2009).

Lo cierto es que la experiencia de diversos países permite su aplicación no sólo para grandes proyectos de inversión, tales como embalses, carreteras y plantas de energía, sino también para actividades de desarrollo que involucren planes y programas de ordenamiento territorial, políticas y alternativas de acción, entre otras.

Múltiples han sido las EIA realizadas a distintos programas y proyectos, resultando de ello todo un marco teórico y metodológico en desarrollo, que permite la fundamentación de la presente propuesta. Entre los trabajos más

destacados están: “*A procedure for evaluating environmental impact*” (Leopold, et al. 1971); “Evaluación de Impacto Ambiental” (Gómez, 1994); “Guía metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental” (Conesa, 1997); “*Environmental impact assessment*” (Canter, 1996); “Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental” (MOPU, 2000); “Revisión de la Evaluación de Impacto Ambiental en países de América Latina y el Caribe. Metodología, Resultados y Tendencias” (Espinoza y Alzina, 2001); “Manual técnico de Evaluación de Impacto Ambiental: Lineamientos generales para Centroamérica (Astorga, 2003) y “La evaluación de impacto ambiental como instrumento de gestión de destinos turístico. Teoría y praxis” (González, 2006).

Así, la EIA se ha convertido en una herramienta de decisión que puede ayudar a identificar, planificar y ejecutar acciones orientadas a prevenir y mitigar los impactos ambientales negativos generados durante procesos como la gestión de los residuos sólidos urbanos, pudiendo orientar una adecuada gestión integral de los mismos, en el sentido de reducir los volúmenes de desechos generados, efectuar su clasificación en la fuente, maximizar su recuperación mediante el reciclaje y valoración, además de efectuar su disposición final en forma ambientalmente segura.

En documentos como: “El manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe” (Zepeda, 1995); “Guía para Evaluación de Impacto Ambiental para proyectos de residuos sólidos municipales. Procedimientos básicos” (BID, 1997); “Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe” (Acurio y colaboradores., 1997); “Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales” (Alegre, 1999); “Gestión ambientalmente adecuada de residuos urbanos en América Latina: un enfoque de política integral” (Acuña, 2000); “Residuos industriales sólidos en la región metropolitana de Santiago” (Arellano y Rihm, 2000); “Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales e pequeñas poblaciones” (Jaramillo, 2002); “Sistema de gestión integral de los residuos sólidos urbanos en

la cuenca hidrográfica Almendares-Vento, en Ciudad de La Habana” (Goicochea y colaboradores, 2003); “Territorio y gestión de los residuos sólidos urbanos en el ejemplo de Ciudad de La Habana” (González, 2008) y “Diseño del relleno sanitario del cantón Paján” (Añasco, 2008) se recogen los resultados de investigaciones que constituyen en sí valiosos antecedentes de este trabajo.

Como reconoce el BID (1997), “La EIA realizada a los proyectos de residuos sólidos también coadyuva a garantizar la sostenibilidad ambiental de los patrones de desarrollo socioeconómico mediante el incremento de la eficiencia y el mejoramiento de la cobertura y calidad de los servicios”. También puede contribuir al rediseño de los proyectos, buscando adecuarlos a cada realidad, local o regional, ya que el aspecto sociocultural desempeña un papel crucial en la gestión de los residuos, debido entre otras razones a la falta de conciencia colectiva y/o conductas sanitarias por parte de la población de diversas regiones, especialmente de países subdesarrollados, para disponer sus residuos, dejándolos abandonados en calles, áreas verdes, márgenes de ríos y playas; deteriorando así las condiciones del paisaje existente.

Como se reconoce en el Estudio de Impacto Ambiental ejecutado para el antiguo proyecto de construcción de una Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos en el sector “El Peligro”, perteneciente al cantón Paján (Macías y colaboradores, 2009), el manejo de los residuos sólidos en Ecuador presenta problemas estructurales que generan consecuencias en la salud de la población y en el entorno ecológico. Esos problemas son variados y van desde los de tipo técnico (vehículos de recolección antiguos e inapropiados), hasta problemas operativos, financieros, institucionales, legales y ambientales.

En lo que se refiere a su disposición final, el problema es aún más crítico, pues la gran mayoría de los municipios no dispone de un relleno sanitario, depositándose los residuos sólidos a cielo abierto, en condiciones ambientales muy perjudiciales. El municipio de Paján no escapa a esta realidad, por lo que sus autoridades, conscientes del problema, encomendaron la elaboración del citado proyecto de

Relleno Sanitario que se localizaría en el lugar conocido como “El Peligro”, a unos 8,5 km de la cabecera cantonal. Pero como posteriormente el Ministerio de Obras Públicas acometió los trabajos para construir una autopista que atraviesa el sector mencionado, se hizo necesario reubicar espacialmente la propuesta del sitio del relleno, esta vez en el sector de “Zapotal”, a solo dos kilómetros de dicha cabecera cantonal.

Esta decisión generó la necesidad de ejecutar un nuevo proyecto de relleno sanitario, cuyo documento de referencia constituye la base del análisis realizado en esta tesis.

Así, el Problema científico que se aborda en la presente investigación es: ¿Cómo contribuir a reducir o eliminar los posibles impactos ambientales negativos generados por la construcción y operación del nuevo relleno sanitario del cantón Paján?

Se asume entonces como objeto de estudio, el impacto ambiental asociado a la construcción de un nuevo relleno sanitario en el cantón Paján, el cual se enmarca en el campo de acción de la gestión ambiental de residuos sólidos urbanos.

Para trabajar en torno al problema científico, objeto y campo, se trazó como Objetivo General: Realizar un estudio de impacto ambiental del proyecto de relleno sanitario del cantón Paján.

Para lograr el cumplimiento del objetivo general, se hizo necesario plantear un grupo de Objetivos Específicos que permitieran orientar la investigación. Son estos:

1. Definir los fundamentos teóricos y metodológicos en los que se sustenta la presente investigación.
2. Realizar la caracterización físico-geográfica y socioeconómica del área objeto de estudio.
3. Diagnosticar la problemática ambiental existente en el cantón.

4. Identificar, valorar y ponderar los posibles impactos del proyecto.
5. Proponer un conjunto de medidas correctoras o de mitigación para los posibles impactos que genere el proyecto.

De lo anterior se deriva la siguiente Hipótesis: Un estudio de impacto ambiental del nuevo proyecto de relleno sanitario del cantón Paján, contextualizada en lo espacial y lo socioeconómico, podría establecer las acciones a implementar para mitigar significativamente o eliminar los impactos negativos de la construcción y operación de ese relleno sanitario.

Para el cumplimiento de estos objetivos, se desarrollaron diversas tareas de investigación, entre las que se encuentran:

1. Recopilación y revisión bibliográfica y documental, incluida la legislación ambiental vigente en el país sobre el tema.
2. Adaptación de la metodología de trabajo para el Estudio de Línea Base Ambiental del nuevo relleno sanitario.
3. Análisis del documento básico del nuevo proyecto de relleno sanitario, para determinar el cumplimiento de los requisitos legales vigentes en materia ambiental.
4. Trabajo de campo para la identificación de impactos ambientales.
5. Procesamiento de la información obtenida para valorar y ponderar los impactos ambientales.
6. Redacción del informe final, incluyendo la propuesta de medidas correctoras o de mitigación.

Durante el proceso de investigación y redacción del informe se utilizaron métodos teóricos y empíricos, así como estadísticos, los que permitieron obtener informaciones necesarias para la ejecución de las tareas que condujeron al logro del objetivo propuesto.

El principal aporte teórico de la tesis radica en la sistematización del proceso de gestión de los residuos sólidos urbanos contextualizada al caso del Ecuador. Los aportes prácticos del trabajo están en el orden de disponer las autoridades locales de una herramienta confiable, científicamente sustentada, para el diseño y operación del futuro relleno sanitario.

La tesis es un resultado que puede contribuir al proceso administrativo de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto por parte de la autoridad ambiental competente de la provincia, para que pueda pronunciarse por su aprobación o rechazo. Por tanto, estudios técnicos como el que aparece en este informe, unido a la participación ciudadana, pueden ayudar a tomar la mejor decisión sobre el nuevo relleno sanitario.

El informe que se presenta está estructurado de la siguiente manera: tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. En el primer capítulo se presentan los fundamentos teóricos y el marco conceptual de referencia, así como los antecedentes más recientes en materia de Evaluación de Impacto Ambiental y Gestión de Residuos Sólidos Urbanos.

En el segundo capítulo se plantea el diseño metodológico, así como los materiales y métodos empleados durante el proceso de investigación, el cual no estuvo exento de limitaciones a las que también se hace referencia.

En el tercer y último capítulo, se presentan los resultados de la evaluación de impacto ambiental realizada como parte de la investigación al proyecto de relleno sanitario del catón Paján, donde además de presentarse el estudio de línea base, se identifican, valoran y ponderan los posibles impactos al tiempo que se proponen un grupo de medidas para la mitigación de los mismos.

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En el presente capítulo se sistematizan los principales elementos teóricos y metodológicos que sustentan las evaluaciones de impacto ambiental. Se exponen los conceptos principales que guiaron la investigación y los elementos teóricos básicos de la gestión de los RSU a nivel internacional y nacional.

1.1. Marco teórico – conceptual de la Evaluación de Impacto Ambiental y la gestión de Residuos Sólidos Urbanos.

Para la adecuada interpretación y comprensión del trabajo desde el punto de vista teórico, se hace necesario realizar una sistematización en la que se asuman definiciones para los principales conceptos que serán utilizados en esta investigación, lo cual constituye la esencia de este epígrafe.

Un concepto importante a definir es el de Medio Ambiente, entendido como el “sistema que integra la totalidad de los elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos, mediante relaciones multidimensionales diversas y complejas en estado continuo de cambio, donde se produce una relación dialéctica entre la sociedad y la naturaleza” (Jaula, 2008).

Las diversas actividades humanas, realizadas históricamente bajo un paradigma de irracionalidad en el uso de los recursos y servicios que ofrece el componente natural del medio ambiente, han generado los problemas ambientales más graves que hoy enfrenta la Humanidad, los cuales evidencian un peligroso deterioro de la calidad ambiental global.

El control de la calidad ambiental, entendida como la medida de la condición de un ambiente, relativa a los requisitos de una o más especies y/o de cualquier necesidad u objetivo humano (Johnson *et al.*, 1997), tiene por objeto, prevenir, limitar y evitar actividades que generen efectos nocivos y peligrosos para la salud humana o deterioren el medio ambiente y los recursos naturales. En el Título II,

Capítulo 7 (*Derechos de la naturaleza*), la Constitución del Ecuador reconoce en sus artículos 71 y 72, el derecho de la naturaleza a que se le respete integralmente como sistema material, y a que se le restaure (Gobierno de la República del Ecuador, 2008).

Como resultado de la toma de conciencia sobre las consecuencias negativas de la actividad humana sobre el entorno ecológico de su existencia, se ha desarrollado en las últimas décadas la Planificación Ambiental (como instrumento preventivo de las múltiples formas de Gestión Ambiental), integrándose a otros tipos de planificación tradicionales como la Planificación Económica (dirigida a planificar el proceso económico y sus actividades), la Planificación Social (enmarcada en el diseño de la infraestructura social y los mecanismos de producción y reproducción social) y la Planificación Territorial, Física o Regional (centrada en el territorio como entidad jurídica donde se disponen espacialmente los objetos económicos y sociales) (Domínguez, 2009).

La integración de la Planificación Ambiental a las restantes categorías de planificación obedece a que su objeto (los sistemas ambientales), es subyacente a todos los tipos de planificación y a que de ella se derivan principios y directrices consensuados, que guiarán posteriormente la gestión ambiental (Mateo, 2008). Según este autor, los niveles jerárquicos que generalmente se aceptan en el proceso de Planificación Ambiental son: el Ordenamiento Ambiental, la Evaluación Ambiental de Proyectos, la Gerencia Ambiental de Empresas, la Evaluación Ambiental de productos y las Auditorías Ambientales.

De la idea anterior se deduce la necesidad de abordar otros conceptos como el de Gestión Ambiental, Estudio de Impacto Ambiental y Evaluación de Impacto Ambiental, para los cuales existen diversas definiciones.

La Gestión Ambiental es una disciplina reciente conceptualmente, si bien se ha realizado de diversas formas desde el momento en que el ser humano comenzó a aprovechar los recursos naturales. No obstante, el sentido que se le otorga a este

concepto en la actualidad es de un carácter más conservacionista en relación con el medio ambiente, considerándose como Gestión Ambiental a aquellas acciones encaminadas a preservar el medio ambiente de la acción del ser humano, que tiende a sobreexplotar y a degradar su entorno natural (Casas, 2007).

La Gestión Ambiental se reconoce como la “conducción, dirección, control y administración del uso de los sistemas ambientales, a través de determinados instrumentos, reglamentos, normas, financiamiento y disposiciones institucionales y jurídicas” (Mateo, 2008).

Es por eso un proceso de articulación de acciones de los diferentes agentes sociales y actores económicos que interactúan en un espacio o territorio dado, con el propósito de garantizar la adecuación de la explotación de los recursos naturales, económicos y socio-culturales, a las propiedades de los sistemas ambientales de soporte.

La Gestión Ambiental incluye como subsistemas al manejo (procesos de Gestión Ambiental en sectores socioeconómicos o tipos específicos de sistemas ambientales, como las cuencas hidrográficas, áreas protegidas y zonas costeras), y a la gerencia ambiental.

Según Casas (2007), la aplicación de la Gestión Ambiental requiere de un conjunto de instrumentos y medios que contribuyan a la aplicación efectiva de la política y legislación ambiental. Los instrumentos pueden ser: de comando y control, económicos, de autogestión y regulación, de planeación territorial u otros, mientras los medios son: la educación y capacitación, la ciencia y tecnología, la información y comunicación, y el financiamiento. Para esta autora, la Gestión Ambiental se crea para prevenir desvíos, desarrollar capacidad para minimizar posibles impactos, proteger efectivamente el medio ambiente y documentar y demostrar la actitud preventiva y la mejora continua.

Este conjunto de instrumentos comenzó a desarrollarse a partir de la década de 1970, paralelo a la aceleración de la conciencia ecológica en una sociedad que comenzó a entender que el origen de los problemas ambientales se encontraba en las estructuras económicas y productivas de la economía, caracterizadas por procesos productivos mal planificados y gestionados, por lo que era precisamente mediante la transformación de tales sistemas que se podía acceder a una mejora integral del medio ambiente.

Es así que se comienza a prestarse atención a la evaluación o predicción de las consecuencias ambientales de los proyectos o actividades, considerándose diversos aspectos que hoy forman parte de la llamada planificación del desarrollo sostenible, como: la contabilidad ambiental, el análisis costo-beneficio de las medidas de protección del medio ambiente, el análisis comparado de las alternativas, la gestión de los riesgos, el ordenamiento territorial y otros.

Jaula (2006b), reconoce un conjunto de más de 40 instrumentos de gestión ambiental, entre los que figuran los Estudios de Impacto Ambiental y la Evaluación de Impacto Ambiental.

En el primer caso, se trata de un “estudio técnico dirigido a predecir, identificar, valorar y corregir las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones puedan causar sobre la calidad de vida humana y su entorno” (Mateo, 2008). Al determinar la extensión e intensidad de los impactos ambientales que causará el proyecto y proponer las modificaciones necesarias para reducirlos o eliminarlos, el Estudio de Impacto Ambiental permite definir si el proyecto es ambientalmente factible, verificando la compatibilidad entre los usos del espacio propuestos, y el potencial existente para soportarlos sin que ocurran consecuencias ambientales significativas. Además, este tipo de estudio pone de relieve los problemas ambientales que se resolverán con la ejecución del proyecto.

La Constitución ecuatoriana es consecuente con esta acepción del término Estudio de Impacto Ambiental, al reconocerlo igualmente como un estudio técnico que proporciona antecedentes para la predicción e identificación de los impactos ambientales y describe las medidas para prevenir, controlar, mitigar y compensar las alteraciones ambientales significativas que generan. Las políticas 13 y 14 del Decreto Ejecutivo No. 1802 de 1 de junio de 1994, indican la importancia de efectuar los Estudios de Impacto Ambiental y aplicar los Programas de Mitigación Ambiental, así como también la necesidad de obligar a las compañías al uso de tecnologías limpias que no afecten al medio ambiente.

Como mecanismo reconocido de control de proyectos, el Estudio de Impacto Ambiental puede ser un tipo de evaluación *ex-ante* (dirigida a determinar la factibilidad de emprender el proyecto u obra), *ex-inter* (evaluación sobre la marcha, para determinar el avance del proyecto), o *ex-post* (si se realiza al final del proyecto o años después, para determinar el cumplimiento de los objetivos y metas del proyecto, y precisar los impactos eliminados o corregidos (Mateo, 2008).

En Cuba, un Estudio de impacto Ambiental constituye una “descripción pormenorizada de las características del proyecto de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo, incluyendo su tecnología, que se presenta para su aprobación en el marco del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación del impacto ambiental del proyecto y describir las acciones que se ejecutarán para impedir o minimizar los efectos adversos, así como el programa de monitoreo que se adoptará” (CITMA, 1997).

La Evaluación de Impacto Ambiental es más abarcadora, al constituir un “proceso administrativo continuo y dinámico: un conjunto de trámites administrativos conducentes a la aceptación, modificación o rechazo de un proyecto, en función de su incidencia en el medio ambiente, y de la valoración que realice la sociedad afectada sobre esa incidencia” (Mateo, 2008).

La EIA se aplica a proyectos propuestos y se apoya en el Estudio de Impacto Ambiental previo, en el cual se evidencian las incidencias ambientales del proyecto, permitiendo a la autoridad ambiental competente (que es la que realiza la evaluación), emitir una Declaración de Impacto Ambiental conclusiva, donde se rechaza, modifica o aprueba el proyecto. Toda EIA concluye con un programa de vigilancia como mecanismo de corrección integrado para la evaluación periódica: durante y después de la ejecución del proyecto.

La Constitución del Ecuador resulta muy ilustrativa en este sentido, al reconocer la EIA como el procedimiento administrativo de carácter técnico que tiene por objeto determinar obligatoriamente y en forma previa, la viabilidad ambiental de un proyecto, obra o actividad pública o privada. Este documento reconoce explícitamente las dos fases de una EIA: el Estudio de Impacto Ambiental y la Declaratoria de Impacto Ambiental, destacando que su aplicación abarca desde la fase de prefactibilidad, hasta la de abandono o desmantelamiento del proyecto, obra o actividad, pasando por las fases intermedias (Gobierno de la República del Ecuador, 2008).

En igual sentido se pronuncia Conesa (1997), al sostener que la EIA es el “procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas administraciones públicas competentes”.

También (Casas, 2007), entiende la evaluación de impacto ambiental en el contexto actual, como un “proceso de análisis que anticipa los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas, permitiendo seleccionar las alternativas que, cumpliendo con los objetivos propuestos, maximicen los beneficios y disminuyan los impactos no deseados”.

Por su parte, De Jones (1994), manifiesta que es “un proceso ordenado que brinda una organización para que el funcionamiento y la información sobre las consecuencias ambientales de actividades y sus alternativas, la importancia de los efectos y los medios para mejorar, modificar o mitigar estos efectos, puedan ser evaluados apropiadamente”.

Para Casas y Jaula (2002), la EIA es el “proceso estatal dirigido a identificar, predecir, evaluar e informar de los efectos sobre el medio ambiente de los planes, programas, proyectos y obras, y del uso que se hará del recurso o recursos en cuestión para la toma de decisiones, que incluye una información detallada sobre el sistema de monitoreo y control, a fin de asegurar su cumplimiento y las medidas de mitigación que deben ser consideradas”.

Otros autores hacen propuestas conceptuales más aproximadas al Estudio de Impacto Ambiental, como Canter (1998), para quien la EIA es entendida como “la identificación y valoración de los impactos (efectos) potenciales de proyectos, planes, programas o acciones normativas relativos a los componentes físico-químicos, bióticos, culturales y socioeconómicos del entorno”.

En resumen, la EIA es un proceso que nos permite determinar, predecir, interpretar y comunicar los posibles efectos que un proyecto de obra o actividad, puede provocar sobre el medio ambiente y a partir del mismo, facilitar el proceso de toma de decisiones, al poner de relieve los aspectos ambientales y definir las medidas posibles que eliminen algunos de esos efectos negativos y aquellas que los mitiguen, reduciendo otros efectos negativos (Díaz, 2009).

Teniendo en cuenta el objeto y campo de la presente investigación, se hace necesario definir otros conceptos importantes como son: Residuos Sólidos Urbanos, en lo adelante (RSU), Gestión de RSU y Relleno Sanitario.

Normalmente, el término de residuo se refiere a todo lo que es generado producto de una acción directa del hombre (o por la actividad de otros organismos vivos) y

no resulta de interés, formándose una masa heterogénea que, en muchos casos, es difícil de reincorporar a los ciclos naturales (Fernández y Sánchez-Osuna, 2007).

López y Espinosa (2002), definieron los residuos urbanos como “aquellos que se generan por cualquier actividad en los núcleos de población y sus alrededores, por lo que estarán compuestos de desechos, desperdicios, artículos rotos y perdidos que componen una masa heterogénea”.

Savino (1995), formuló la siguiente definición: “los residuos sólidos urbanos incluyen a todos aquellos generados en la comunidad, con la excepción de los originados en procesos industriales. Por lo tanto, a los domiciliarios habrá que adicionarles los que provienen de las actividades comerciales, de construcción o demolición y de servicios, además de los de barrido y limpieza de calles, zonas verdes y recreativas”.

Muchos autores asumen el concepto de RSU como sinónimo de desechos sólidos urbanos. Otros, sin embargo, sostienen que mientras los desechos son algo que no tiene absolutamente ningún valor (y por lo tanto, sólo puede ser desechado); los residuos no tienen valor para unos, pero sí para otros, por lo que pueden ser reutilizados o reciclados (Goicochea, 2007). En este trabajo, se coincide con esta última tendencia.

Como planteara la autora anteriormente mencionada, todas las definiciones de residuos reportadas en la literatura, apuntan invariablemente a la ausencia de uso o valor de los mismos para quien los genera. Teniendo en cuenta las anteriores definiciones, en este trabajo se asume a González (2008), para quien los residuos sólidos urbanos son: “Residuos sólidos provenientes de las actividades urbanas en general; que pueden tener origen residencial o doméstico, comercial, institucional, de la pequeña industria o del barrido y limpieza de calles, mercados, áreas públicas y otros”.

En un trabajo realizado por André y Cerdá (2005), los autores definen la gestión de residuos como “el conjunto de operaciones encaminadas a dar a los residuos producidos en una zona determinada, el destino más adecuado desde el punto de vista económico y ambiental, según sus características, volumen, procedencia, posibilidades de recuperación y comercialización, costo de tratamiento y normativa legal”. Esta definición se vincula principalmente con lo que se puede llamar un “enfoque post-consumo” de la gestión de RSU, el cual consiste en tomar como dada la cantidad y composición de residuos generados y establecer la combinación de métodos más apropiada para su tratamiento.

Este concepto ha evolucionado con la introducción de técnicas y tecnologías modernas, para lo cual la participación de la comunidad, la introducción de sistemas de tratamiento avanzados, la valorización y el aprovechamiento de las fracciones reciclables, entre otras actividades, son imprescindibles y deben ser dominados por los gerentes y trabajadores que prestan servicios a la comunidad (Fernández y Sánchez-Osuna, 2007).

Los conceptos anteriormente expuestos de gestión de los RSU no incluyen la generación en origen de los RSU; o sea, dan por sentado que existe una generación de RSU, pero no estudian sus particularidades, ni incluyen las acciones que se deben llevar a cabo para su posible reducción. Por eso, es necesario concebir la gestión de residuos sólidos urbanos con un “enfoque pre-consumo”, pues sólo así se podrá analizar el problema desde sus dos aristas principales: el origen y el destino final de los residuos.

Aunque algunos usan indistintamente los términos gestión de residuos sólidos y manejo de residuos sólidos, autores como Goicochea (2007), aclaran que el manejo se refiere a las operaciones específicas antes señaladas, mientras la gestión es un concepto más abarcador que incluye, además del manejo, todas las cuestiones institucionales, políticas, legales, jurídicas y normativas que contribuyen a garantizar, fiscalizar y controlar todo el proceso, con vistas a prevenir daños o riesgos para la salud humana o el ambiente.

Por esta razón, en este trabajo se asume un concepto más ampliado de gestión de residuos sólidos urbanos, el cual se concibe como: “el conjunto articulado de acciones normativas, operacionales, financieras y de planificación que una administración desarrolle, basándose en criterios ambientales, sanitarios y económicos, para recolectar, tratar y disponer los residuos sólidos de la ciudad. Tiene carácter intersectorial y debe contar con la participación activa de todos los actores involucrados en este proceso, en cada territorio” (González, 2008).

Por lo tanto, gestionar los residuos sólidos de una manera integral significa sanear un territorio y procesar los residuos utilizando las tecnologías más compatibles a la realidad local, dándole un destino final ambientalmente seguro, tanto en el presente como en el futuro.

El relleno sanitario, por su parte, es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura.

En la presente investigación se asume la definición propuesta por (Acurio y colaboradores, 1997), que plantea que el relleno sanitario es una “técnica de ingeniería para el adecuado confinamiento de los residuos sólidos municipales; comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos, su cobertura con tierra u otro material inerte por lo menos diariamente y el control de los gases, lixiviados, y la proliferación de vectores, con el fin de evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de la población”.

En la actualidad, el relleno sanitario moderno se refiere a una instalación diseñada y operada como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control lo suficientemente seguros y cuyo éxito radica en la adecuada selección del sitio, en su diseño y, por supuesto, en su óptima operación y control.

1.2. Problemática ambiental de la gestión de Residuos Sólidos Urbanos.

Desde el inicio de la civilización toda actividad humana dejó como rasgo distintivo la acumulación de residuos. En el pasado, estos estaban constituidos casi exclusivamente por materia orgánica y, como las concentraciones humanas eran aisladas y pequeñas, su disposición era de fácil solución, no implicando mayores daños a la capacidad que tiene la naturaleza para asimilarlos.

Sin embargo, el crecimiento exponencial de la población mundial y el desarrollo de las sociedades industriales ocurridos desde el primer tercio del siglo XIX, se caracterizaron por la producción de desechos en cantidades cada vez mayores y su acumulación en las áreas donde se desarrollaban las actividades humanas (Bosques y colaboradores, 2005). En la actualidad, el vertiginoso desarrollo de la industrialización, ha traído consigo una concentración geográfica de la producción y un rápido crecimiento demográfico de las ciudades. Por otra parte, la especialización del trabajo y la aparición de procesos cada vez más complejos, producen una gran variedad de residuos que ya no pueden ser absorbidos por el medio natural. Así, las principales fuentes de generación son: los organismos vivos, los fenómenos naturales y la acción directa del hombre.

La distribución de la población en el territorio, su concentración, el tipo de vivienda, los hábitos de consumo o la mayor o menor existencia de áreas verdes, tanto jardines privados como públicos, entre otros, son factores que influyen de forma determinante en la composición de residuos que se producen y sus posibilidades de recogida.

1.2.1. Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos.

Existen múltiples criterios de clasificación de los residuos urbanos. Así, según su estado físico, ellos pueden ser: sólidos, líquidos o gaseosos, pero atendiendo a su composición se clasifican en: orgánicos e inorgánicos (López, Espinosa y Delgado, 2004). Pero de acuerdo a su origen, existen residuos urbanos:

domésticos, de mercados y bodegas, del barrido de calles, industriales, de la construcción y hospitalarios. En tanto, según sus propiedades físicas se pueden clasificar en: combustibles, compostables, reciclables, secos, o húmedos. Otros criterios de clasificación son el económico (según el cual pueden ser: materia recuperable, materia no recuperable o despreciables); el higiénico sanitario (de acuerdo al cual se clasifican como: materias putrescibles u orgánicas y materias inertes o inorgánicas) y el nivel de seguridad según el cual pueden clasificarse como: peligrosos y no peligrosos (González, 2008). Otros autores los dividen en: residuos agrícolas, forestales, ganaderos, industriales, mineros y urbanos.

La composición de los RSU es muy variable y en ella influyen diversos factores: características de la población (según sea urbana o rural, turística o industrial, etc.); la época de producción de residuos; el clima y las estaciones del año; el nivel social de la población y sus hábitos de consumo.

En los lugares turísticos, por ejemplo, las temporadas altas suponen un aumento muy importante en los residuos producidos, al igual que en fechas especiales: como fiestas populares y ferias, acontecimientos deportivos y eventos climáticos extremos, entre otros.

La composición de los residuos es el reflejo de la actual sociedad de consumo, con hábitos insostenibles de compra de productos bajo el paradigma de usar y tirar. Esos productos ofrecen una aparente mejor calidad de vida (por la supuesta comodidad de su empleo), pero en realidad conducen a una irrefrenable generación de residuos. Así, la producción en volumen y peso y la composición del los RSU está directamente ligada con el nivel de vida, disminuyendo el contenido orgánico a medida que aumenta el desarrollo económico (Ortiz, Míguez y Rey, 1996).

Por eso, en las zonas más desarrolladas, la cantidad de papel y cartón es más alta, constituyendo alrededor de un tercio de la basura, seguida de la materia orgánica. En cambio, en los países menos desarrollados, la cantidad de materia

orgánica es mayor – hasta las tres cuartas partes en los países en vías de desarrollo – y mucho menor la de papeles, plástico, vidrio y metales (González, 2008).

Fernández y Sánchez-Osuna (2007), reconocen que la heterogeneidad de los grandes volúmenes de residuos sólidos generados en las comunidades, justifica la investigación de los elementos presentes en los mismos, para poder procesarlos de forma eficiente y respetuosa con el medio ambiente. Infelizmente, hasta el presente la solución más generalizada que se le ha dado a esos residuos ha sido arrojarlos a los vertederos incontrolados, o enterrándolos.

Si bien en algunos países existen los marcos legales para el control de la basura, la infraestructura para su tratamiento, reciclaje o disposición es siempre insuficiente, al igual que los recursos humanos para la observancia de la ley, por lo que muchos residuos terminan en sitios de alto riesgo como los patios de las fábricas, lotes baldíos, basureros a cielo abierto o en rellenos controlados, mezclados con los residuos municipales, con los consiguientes riesgos para el medio ambiente y para la salud (PNUMA/ORPALC, 2001).

De este modo, la gestión ambiental de los residuos sólidos urbanos constituye uno de los objetivos de desarrollo más importantes en que las sociedades modernas están empeñadas, considerando que los progresos tecnológicos, aunque han favorecido el mejoramiento de las condiciones de vida del individuo, también han provocado un serio deterioro del entorno.

1.2.2. Impacto ambiental de los residuos sólidos urbanos.

La importancia de los impactos ambientales asociados a los residuos sólidos depende de las condiciones particulares de la localización, geomorfología y demás características de los medios físico, biótico y antrópico, así como las características de los materiales desechados. De manera general, el manejo de los residuos sólidos, pueden producir impactos tales como:

- Contaminación de los recursos hídricos. El vertimiento de residuos sólidos sin tratamiento, puede contaminar las aguas superficiales o subterráneas usadas para el abastecimiento público, además de ocasionar inundaciones por obstrucción de los canales de drenaje y del alcantarillado.

La contaminación de las aguas superficiales se manifiesta en forma directa con la presencia de residuos sobre los cuerpos de agua, incrementando de esta forma la carga orgánica, con la consiguiente disminución de oxígeno disuelto, incorporación de nutrientes y la presencia de elementos físicos que imposibilitan usos ulteriores del recurso hídrico y comprometen severamente su aspecto estético.

En forma indirecta, la escorrentía y lixiviados provenientes de los sitios de disposición final de residuos sin tratamiento, incorpora tanto a las aguas superficiales como a los acuíferos, diversos contaminantes caracterizados por altas concentraciones de materia orgánica y sustancias tóxicas. La contaminación de los cursos de agua puede significar la pérdida del recurso para consumo humano o recreación, ocasionar la muerte de la fauna acuática y el deterioro del paisaje. Estos factores y las respectivas medidas de mitigación, deben ser considerados en un plan de manejo eficiente de los residuos sólidos.

- Contaminación atmosférica. Los principales impactos asociados a la contaminación atmosférica son los olores molestos en las proximidades de los sitios de disposición final y la generación de gases asociados a la digestión bacteriana de la materia orgánica y a la quema. La quema al aire libre de los residuos o su incineración sin equipos de control adecuados, genera gases y material particulado, tales como, furanos, dioxinas y derivados organoclorados; problemas que se acentúan debido a la composición heterogénea de residuos con mayores tenores de plásticos.
- Contaminación del suelo. La descarga y acumulación de residuos en sitios periurbanos, urbanos o rurales, producen impactos estéticos, malos olores y polvos irritantes. El vaciado de residuos en sitios frágiles o inestables y en depresiones causadas por erosión, puede ocasionar derrumbes de franjas de

morros y residencias construidas en áreas de riesgo o suelos con pendiente. Además, el suelo que subyace a los desechos sólidos depositados en un botadero a cielo abierto o en un relleno sanitario, se contamina con microorganismos patógenos, metales pesados, sustancias tóxicas e hidrocarburos clorinados que están presentes en el lixiviado de los desechos.

- Amenazas a la flora y la fauna. Los impactos ambientales directos sobre la flora y la fauna se encuentran asociados, en general, a la remoción de especímenes de la flora y a la perturbación de la fauna nativa durante la fase de construcción, y a la operación inadecuada de un sistema de disposición final de residuos.

Según el BID (1997), el manejo inadecuado de los residuos sólidos puede generar significativos impactos negativos para la salud humana, pues ellos son una fuente de transmisión de enfermedades, ya sea por vía hídrica, o por los alimentos contaminados por moscas y otros vectores. Si bien algunas enfermedades no pueden ser atribuidas a la exposición de los seres humanos a los residuos sólidos, el inadecuado manejo de los mismos puede crear condiciones en los hogares que aumentan la susceptibilidad a contraer dichas enfermedades. Por otro lado, prácticamente no existen sitios adecuados para procesamiento y disposición de residuos tóxicos.

Los contaminantes biológicos y químicos de los residuos son transportados por el aire, agua, suelos, y pueden contaminar residencias y alimentos (por ejemplo: carne de cerdo criados en botaderos, que transmite cisticercosis, representando riesgos a la salud pública y causando contaminación de los recursos naturales). Las poblaciones más susceptibles de ser afectadas, son las personas expuestas que viven en los asentamientos pobres de las áreas marginales urbanas y que no disponen de un sistema adecuado de recolección domiciliaria regular. Otro grupo de riesgo es el de las personas que viven en áreas contiguas a botaderos clandestinos o a botaderos abiertos.

Pero la población más expuesta a los riesgos directos son los recolectores y segregadores que tienen contacto directo con los residuos, muchas veces sin protección adecuada, así como las personas que consumen restos de alimentos extraídos de la basura. Los segregadores y sus familias, que viven en la proximidad de los botaderos, pueden ser también propagadores de enfermedades al entrar en contacto con otras personas.

Según un informe conjunto de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en algunos países, un gran número de personas sobreviven con lo que colectan en los basureros (incluso comiendo lo que encuentran en estos sitios). El informe estima en más de 100 mil el número de familias que se dedican a segregar basura, abarcando entre 200 y 300 mil personas, de las cuales entre un 10 y un 30 por ciento son niños (OPS-BID, 1998).

También la disposición final de residuos en un botadero a cielo abierto constituye una amenaza para la salud pública, principalmente por la proliferación de vectores. Allí es común la presencia de animales que se alimentan con los residuos descartados.

Además, el polvo transportado por el viento desde un botadero a cielo abierto, puede portar patógenos y materiales peligrosos. En estos sitios, durante la biodegradación o quema de la materia orgánica, se generan gases volátiles tóxicos y algunos potencialmente carcinógenos (por ejemplo: bencina y cloruro vinílico), así como subproductos típicos de la biodegradación (metano, sulfuro de hidrógeno y bióxido de carbono).

El humo generado de la quema de basura en vertederos abiertos, constituye un importante irritante respiratorio e influye en que las poblaciones expuestas sean mucho más susceptibles a las enfermedades respiratorias. A lo anterior se debe sumar otra extensa lista de riesgos y problemas asociados con la gestión de los RSU y que se presenta en el Anexo I.

Los residuos sólidos pueden contener sustancias orgánicas e inorgánicas perjudiciales a la salud humana y al ambiente natural. Un número alto de enfermedades de origen biológico o químico, están directamente relacionadas con la basura y pueden transmitirse a los humanos y animales por contacto directo de los desechos, o indirectamente, a través de vectores. Al respecto, el BID (1997) ofrece interesantes criterios a considerar en la gestión ambiental de RSU que pueden ser consultados en el Anexo II.

Tello Espinosa, (s/f) propone en su trabajo “El monitoreo ambiental: una alarma a los problemas de salud” un conjunto de criterios para la elaboración del programa de monitoreo ambiental para sitios de manejo de residuos sólidos, que están orientados a saber cómo obtener datos reales que permitan la detección del daño a la salud y al medio ambiente de la manera más efectiva posible. Entre estos criterios se mencionan:

- a) La medición de ruido se debe realizar de forma continua en los puntos críticos de muestreo durante la jornada de trabajo, con la finalidad de verificar en qué periodo de tiempo se sobrepasa el límite permisible en otros cuatro puntos interiores, en cinco momentos del día (8:00, 10:00, 12:00, 14:00 y 16:00 horas), durante dos minutos. En las horas identificadas con mayor ruido en el interior, se recomienda establecer dos puntos de muestreo exterior con el fin de verificar que no se está afectando a la población vecina.
- b) Las determinaciones de partículas suspendidas totales y partículas viables únicamente deben ser realizadas en las áreas de tolvas y patio de maniobras para las estaciones de transferencia y en la zona de bandas u otro lugar donde permanezcan los trabajadores para las plantas de selección de subproductos. Esto, debido a los problemas de salud que pueden ocasionar al personal expuesto directamente, ya que se ha comprobado que no hay contaminación al exterior.
- c) Con relación a los sitios de disposición final, solo se recomienda un punto de muestreo para ambos parámetros en el interior del lugar, ya que los

puntos exteriores están muy alejados de los lugares de tiro, por lo que no son un riesgo para la población vecina.

- d) En los primeros tres meses del programa de monitoreo, se debe realizar el muestreo de partículas viables por cuenta total en placa, ya que de esta manera se pueden identificar los microorganismos con más incidencia en el área. Después que se identificaron los microorganismos con mayor incidencia, se podrán realizar los muestreos en medios específicos, con la finalidad de verificar su existencia en el sitio y no tener que gastar en realizar muestreos específicos de microorganismos que ni siquiera existen o cuya presencia en el lugar es remota.
- e) Los puntos de muestreo para ruido, lixiviados, partículas suspendidas totales (PST) y partículas viables (PV), se deben repetir constantemente por lo menos 50% del tiempo durante el año, con el fin de poder realizar un seguimiento del comportamiento de estos puntos de muestreo con respecto a estos parámetros.
- f) En el caso de lixiviados, es importante continuar con el mismo laboratorio, tanto bacteriológico como fisicoquímico y químico, para realizar los análisis. Además, que este sea reconocido por un organismo de gobierno que garantice la eficiencia de los análisis realizados.
- g) El mínimo de parámetros de monitoreo que los sitios de manejo de residuos sólidos deben realizar son: PST, PV, lixiviados, ruido, radioactividad, humedad relativa y temperatura ambiente, composición de biogás y explosividad.

1.2.3. La gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe.

En un informe de 2002, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), alertaba sobre el incremento en las tres últimas décadas, de la degradación ambiental en América Latina y el Caribe, señalando como las principales presiones sobre el medio ambiente: el crecimiento de la población, la desigualdad creciente de los ingresos, la planificación limitada (en especial en

zonas urbanas), y la alta dependencia de la explotación de recursos naturales de muchas economías. La situación del ambiente urbano, en especial la contaminación atmosférica y del agua, y la eliminación inadecuada de desechos, producen graves efectos para la salud de los habitantes urbanos, que en esos momentos constituían el 75% de la población total de la región (PNUMA, 2002).

El manejo de los residuos sólidos en América Latina y el Caribe ha evolucionado conforme a la urbanización, el crecimiento económico y la industrialización. Aunque desde hace muchos años fue identificado el problema de los residuos (particularmente en las zonas urbanas), las soluciones que hasta ahora se han logrado no abarcan a todos los países de la región ni a la mayoría de las ciudades intermedias y menores, convirtiéndose en un problema de suma importancia (PNUMA/ORPALC, 2003).

Paralelamente, durante los últimos años se ha duplicado la generación de residuos sólidos en la región y se ha experimentado un cambio en la composición de los mismos, disminuyendo la materia orgánica y aumentando los productos no degradables, que además contienen una acentuada presencia de elementos tóxicos. En esta parte del planeta el problema de la basura se puede enfocar desde tres aristas: a) aumento de la basura, en particular la no degradable; b) manejo inadecuado de desechos sólidos no recolectados, y c) marginal reciclamiento de la basura (PNUMA, 2004).

En las ciudades latinoamericanas no se ha logrado alcanzar una cobertura universal en la recolección y adecuada disposición de desechos sólidos, por lo que el tratamiento que los individuos hacen de su basura, se convierte en un mecanismo de contaminación del suelo, agua y aire. Además, no todos los rellenos sanitarios cumplen con las normas necesarias para garantizar la nula transmisión de los lixiviados al subsuelo y un porcentaje significativo de la basura que no se recolecta es quemada, enterrada o arrojada a cuerpos de agua y tiraderos clandestinos, constituyendo en muchos casos, focos de infección y proliferación de fauna nociva.

Solo unos cuantos países cuentan con rellenos sanitarios que cumplen con las condiciones técnicas requeridas para ser calificados así. Generalmente, en la región de América Latina y el Caribe predominan los botaderos a cielo abierto y muchos de los llamados rellenos sanitarios, ni siquiera llegan a ser vertederos controlados, dado que su operación se hace con muy poco o ningún control (Anexo III). Por otra parte, las cifras muestran que sólo el 22% de los residuos municipales generados, se depositan en los denominados rellenos sanitarios. El 9% se deposita en vertederos controlados y el resto se va a tiraderos a cielo abierto o se manejan con prácticas inadecuadas (Sánchez, 2006).

Esta debilidad en materia de infraestructura para la correcta disposición de los residuos se ha traducido en un deterioro generalizado del entorno ambiental, tanto en localidades urbanas, como en los asentamientos rurales; generando también importantes efectos sobre la salud pública y comprometiendo el bienestar de la comunidad, sobre todo de aquellos segmentos con menos oportunidades y mayores carencias.

El incremento en la producción de residuos sólidos y el consecuente agravamiento de los problemas ambientales, trajo consigo un incremento en el interés por la minimización de los RSU, dando lugar al desarrollo e introducción de modernas tecnologías para el tratamiento de los mismos. Dentro de los estudios realizados sobre la gestión de los RSU en países en vías de desarrollo, se destacan los trabajos de Flintoff (1984), que brindan elementos para la conformación de un plan racional de gestión de residuos sólidos.

La preocupación por los aspectos económicos de la gestión de residuos sólidos, incluido el reciclaje y la recuperación de productos, son tratados en sendos trabajos por Bartone (1990); Beas (1991) y Bartone y Berstein (1993), en los que a partir de los aspectos técnicos, económicos y sanitarios envueltos en la gestión de los RSU, exponen diferentes planes directores de gestión, con sus costos asociados.

Desde el punto de vista del principio el que contamina paga, se registra una situación anómala en la mayor parte de los gobiernos locales, que se encargan de la recolección de la basura con cargo a sus finanzas, y no a las de los generadores de dichos residuos. Si aquel principio operara, la recolección de desechos tendría que ser costeada y cobrada mediante la distinción por tipo de residuos y por volumen generado. Sin embargo, la situación es otra. Recaudación y gasto no parecen tener correspondencia y esto origina la falta de cobertura y disposición adecuada (PNUMA, 2004).

En casi todos los países existen ejemplos aislados de una labor buena o aceptable en el tratamiento de los RSU, sobre todo en las urbes. Las soluciones que se aplican en distintos países varían de acuerdo a las características socioeconómicas en cada comunidad. Mientras los países desarrollados se concentran en el reciclaje y la minimización de residuos, en América Latina y el Caribe aún deben resolverse muchos aspectos de la recolección, disposición final y manejo integral de los residuos sólidos.

Según Ponjuan (1999), una tonelada de RSU depositado en el vertedero, cuando no se le realiza la recuperación de energía, puede producir a lo largo de su vida química, emisiones a la atmósfera de hasta 76,6 Kg de metano (CH_4) y 180,1 Kg de dióxido de carbono (CO_2), con emisiones a la hidrosfera de hasta 310,4 litros de lixiviados, si se trata de un vertedero de madurez intermedia.

La gestión de los residuos sólidos requiere regulación del sector, capacidad técnica y administrativa y responsabilidades compartidas entre gobiernos y comunidades a nivel nacional, provincial y municipal. Dentro de las opciones técnicas de gestión, se deben considerar acciones educativas tales como la prevención de la generación de desechos por la optimización o modificación de procesos productivos, el reciclaje, el almacenamiento, el tratamiento (incluyendo la incineración), la disposición final en relleno sanitario, y el monitoreo para detectar la estabilización de un relleno y/o la operación de un sistema (BID, 1997). Dentro de las opciones administrativas, se necesita un marco de regulación y

legislación para el control eficaz de los desechos municipales (incluso los peligrosos), desde su producción hasta su disposición final.

Por otra parte, la gestión de los desechos sólidos consume una porción significativa del presupuesto municipal, lo que significa que para contar con un sistema eficiente y efectivo de recolección y eliminación de residuos, la institución administrativa responsable debe tener suficiente autoridad y competencia para cumplir con esas responsabilidades. Así, la planificación y administración de los sistemas de residuos sólidos requiere la existencia de arreglos institucionales (organismo municipal, empresa pública, empresas privadas, cooperativas comunitarias), personal suficiente y capacitado (responsables, técnicos entrenados, ingenieros y planificadores) y autoridad para generar suficientes ingresos para cubrir sus costos.

Asimismo, requiere de programas de participación comunitaria, de sistemas de monitoreo de los servicios y de reglamentos técnicos. También los programas de educación ambiental pueden contribuir para que los gastos en limpieza de calles puedan ser revertidos en gastos para mejorar la disposición final de los residuos.

El apoyo del gobierno central es fundamental para permitir a las autoridades locales administrar, coordinar y promover el manejo de residuos sólidos en función de las prioridades ambientales y comunitarias y que además promueva las opciones técnicas adecuadas.

Según la OPS (2002), el gran reto para los gobiernos municipales respecto a la gestión de los residuos sólidos, es dar una solución sanitaria y ambiental adecuada a la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las 360 mil toneladas de basura que genera diariamente América Latina, como consecuencia del proceso de urbanización observado en los últimos 20 años, un proceso que incrementó en un 70% el tamaño de la población que requiere servicios de manejo adecuado de residuos sólidos.

Las ciudades pequeñas atraviesan una difícil situación, ya que los costos de operación de un relleno sanitario no resultan rentables si se considera la cantidad de basura que producen. El incremento acelerado de la población, hace que la cantidad de basura se duplique cada 15 a 20 años y que haya menos cantidad de residuos biodegradables y más contaminantes peligrosos. En los últimos años se está promoviendo la participación privada en los sistemas operativos para dar solución a este problema.

1.2.4. La gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en Ecuador.

Ecuador cuenta con una población de casi ocho millones de habitantes (55% ubicados en asentamientos rurales), responsables por la generación de unas 7,400 toneladas de basura diariamente. Los servicios de aseo proporcionados por las municipalidades del país, son precarios en calidad, eficiencia y cobertura, como lo demuestra el hecho de que solamente un 49% de dicho tonelaje se esté recolectando mediante procedimientos no informales y con cierta eficiencia, y que solo 2,187 toneladas de dichos residuos seann dispuestas adecuadamente (OPS, 2002).

Muchos de los impactos negativos pueden evitarse mediante el diseño apropiado de rellenos sanitarios, acompañado de adecuadas prácticas de construcción y mantenimiento. Así, la mayoría de los impactos negativos relacionados directamente con las actividades de construcción de un relleno, pueden ser mitigados, para evitar o reducir el daño ambiental. Por tanto, la ubicación correcta, el diseño adecuado y la buena operación de un sitio de tratamiento o disposición final de residuos, junto con el monitoreo y vigilancia, son aspectos fundamentales que se deben considerar para evitar impactos ambientales adversos (BID, 1997).

En Ecuador, el cobro de tasas por servicios de recolección de residuos es uno de los principales instrumentos de política para alcanzar objetivos de saneamiento. Legalmente, le corresponde a las municipalidades la competencia de

saneamiento básico, y a través de ordenanzas municipales, se fija el monto de las tasas de recolección de basura, que difiere dependiendo del ayuntamiento.

Según Gutiérrez y Jiménez (2005) las alternativas de disposición de desechos sólidos a nivel nacional son cuatro: por carro recolector, depósito en terrenos baldíos o quebradas, por incineración o entierro, y otras (que podrían ser arrojar desperdicios a cursos de agua, lo que ocurre especialmente en las zonas rurales). Estos propios autores aseguran que la provincia que mayor cobertura alcanza en la recolección de basura es Galápagos, con el 84,2%; Quito alcanza un 66,34% y Guayaquil, un 54,4%.

A criterio de los autores anteriormente citados, en las zonas rurales los porcentajes son mucho menores, como ocurre en el caso de la Provincia de Guayas, donde apenas cubre el 9,06%, por lo que esa deficiencia en el nivel de cobertura, genera altos niveles de contaminación en las fuentes de agua, especialmente en el Estero Salado, lugar de asentamiento de las zonas urbano– marginales de la ciudad de Guayaquil. Por otra parte, en las provincias de la Región Amazónica, el porcentaje de recolección de basura llega al 5,26%, particularmente en Sucumbíos, que es de apenas el 1,54%. En síntesis, en las zonas rurales existe el 6,6% de cobertura en la recolección de basura, contra un 68,3% en las urbanas.

Esta deficiencia en la cobertura del servicio se traduce en un incremento de los hogares que queman la basura o la botan en terrenos baldíos o a fuentes de agua.

1.3. Marco jurídico e institucional de la Evaluación de Impacto Ambiental y la gestión de Residuos Sólidos Urbanos en Ecuador.

En los artículos 10 y 11 del Capítulo III de la Ley de Gestión Ambiental del Ecuador, aprobada por el Honorable Congreso Nacional el 22 de julio de 2004, se reconoce al Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental del Ecuador como

el mecanismo de coordinación intersectorial, integración y cooperación entre los distintos ámbitos de gestión ambiental y manejo de recursos naturales; subordinado a las disposiciones técnicas de la autoridad ambiental. Las instituciones del Estado que forman parte del Sistema y que se someten obligatoriamente a las directrices establecidas por el Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable, son:

1. El Ministro del ramo, quien lo presidirá.
2. La máxima autoridad de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES).
3. Un representante del Consorcio de Consejos Provinciales.
4. Un representante de la Asociación de Consejos Municipales.
5. El Presidente del Comité Ecuatoriano para la Protección de la Naturaleza y Defensa del Medio Ambiente (CEDECNMA).
6. Un representante del Consejo de Desarrollo de las Nacionalidades y Pueblos del Ecuador (CODENPE).
7. Un representante de los pueblos negros o afroecuatorianos.
8. Un representante de las Fuerzas Armadas.
9. Un representante del Consejo Nacional de Educación Superior, que será uno de los rectores de las universidades o escuelas politécnicas.

Por su parte, en el artículo 14, sección segunda, capítulo 2, del Título II, de la Carta Magna del Ecuador se reconoce "...el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir" y declara "de interés público" la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Gobierno de la República del Ecuador, 2008).

En el propio Título II, capítulo séptimo, artículo 72, se instituye que "en los casos de impacto ambiental...el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o

mitigar las consecuencias ambientales nocivas”; lo que ya había sido previsto previamente en el Capítulo II de la Ley de Gestión Ambiental (Ministerio del Ambiente, 2004).

El Ministerio del Ambiente, en cumplimiento de las atribuciones que le han sido conferidas, estipuló en el artículo 19, del Capítulo II, de la referida Ley, que “las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio”, señalando más adelante, en los artículos 20 y 21 que “para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental, se deberá contar con la licencia respectiva”, otorgada por el Ministerio del ramo y que “los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos, el Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente”.

Mientras, en el artículo 22 se destaca la importancia de los estudios de impacto ambiental en los contratos que lo requieran y se reconoce a la auditoría ambiental como instrumento para evaluar el cumplimiento de los planes de manejo ambiental aprobados. Otro artículo, el señalado con el número 23, expresa que toda evaluación del impacto ambiental comprenderá:

- a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada.
- b) Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución.

- c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural.

En el artículo 264 del Capítulo cuarto, Título V de la Constitución, se responsabiliza a los gobiernos municipales de “planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural”, así como “prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley” (Gobierno de la República del Ecuador, 2008).

El desarrollo de programas de uso racional del agua, y de reducción, reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos, es recogido como responsabilidad de los gobiernos locales en el artículo 415, sección séptima, Capítulo segundo del Título VII de la referida Carta Magna.

En los artículos 97 y 98, Capítulo II, de la Ley Orgánica de Salud se responsabiliza a “la autoridad sanitaria nacional de dictar las normas para el manejo de todo tipo de desechos y residuos que afecten la salud humana; normas que serán de cumplimiento obligatorio para las personas naturales y jurídicas”; y de “en coordinación con las entidades públicas o privadas, promover programas y campañas de información y educación para el manejo de desechos y residuos” (Ministerio de Salud Pública, 2006).

Más adelante, la propia Ley, en su artículo 100, estipula que “La recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos, es responsabilidad de los municipios, que la realizarán de acuerdo con las leyes, reglamentos y ordenanzas que se dicten para el efecto, con observancia de las normas de bioseguridad y control determinadas por la autoridad sanitaria nacional. El Estado entregará los recursos necesarios para el cumplimiento de lo dispuesto en este artículo.

En el Título II del “Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria” (TULAS), referido a las Políticas Nacionales de Residuos Sólidos (Ministerio del Ambiente, 2003), el Estado ecuatoriano declara como prioridad nacional la gestión integral de los residuos sólidos en el país, como una responsabilidad compartida por toda la sociedad y establece como políticas de la gestión de residuos sólidos en el ámbito de salud y ambiente, las siguientes:

- a) Prevención y minimización de los impactos de la gestión integral de residuos sólidos al ambiente y a la salud, con énfasis en la adecuada disposición final.
- b) Impulso y aplicación de mecanismos que permitan tomar acciones de control y sanción, para quienes causen afectación al ambiente y la salud, por un inadecuado manejo de los residuos sólidos.
- c) Armonización de los criterios ambientales y sanitarios en el proceso de evaluación de impacto ambiental y monitoreo de proyectos y servicios de gestión de residuos sólidos.
- d) Desarrollo de sistemas de vigilancia epidemiológica en poblaciones y grupos de riesgo, relacionados con la gestión integral de los desechos sólidos.

En el ámbito social, se establecen como políticas de la gestión de residuos sólidos, las siguientes:

- a) Construcción de una cultura de manejo de los residuos sólidos, a través del apoyo a la educación y toma de conciencia de los ciudadanos.
- b) Fomento de la organización de los recicladores informales, con el fin de lograr su incorporación al sector productivo, legalizando sus organizaciones y propiciando mecanismos que garanticen su sustentabilidad.

Mientras, en el ámbito económico-financiero han sido establecidas como políticas de la gestión de residuos sólidos, las siguientes:

- a) Desarrollo de una estructura tarifaria nacional justa y equitativa, que garantice la sostenibilidad del manejo de los residuos sólidos.

- b) Fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos, considerándolos un bien económico.

En el ámbito institucional se establecen como políticas de la gestión de residuos sólidos, las siguientes:

- a) Reconocimiento de la autoridad pública en los distintos niveles de gobierno, en la gestión de los residuos sólidos.
- b) Fomento de la transparencia en la gestión integral de los residuos sólidos.
- c) Fortalecimiento de la conducción estratégica sectorial de los residuos sólidos y de la capacidad de gestión de las instituciones, tanto en el ámbito nacional como seccional, optimizando los recursos económicos, técnicos y humanos.
- d) Definición y asignación de los roles específicos de cada uno de los actores del sector, en lo referente a planificación, regulación y control de la gestión integral de los residuos sólidos.
- e) Modernización del sector, mediante la implementación de estructuras institucionales ágiles y mecanismos de coordinación entre los diferentes actores.
- f) Fomento a la creación de mancomunidades entre gobiernos seccionales para la gestión integral de los residuos sólidos.
- g) Sistematización y difusión del conocimiento e información, relacionados con los residuos sólidos entre todos los actores.
- h) Fomento a la participación privada en el sector de residuos sólidos.

En el ámbito técnico son establecidas como políticas de la gestión de residuos sólidos:

- a) Garantía de la aplicación de los principios de minimización, reutilización, clasificación, transformación y reciclaje de los residuos sólidos.
- b) Manejo integral de todas las clases de residuos sólidos en su ciclo de vida.
- c) Garantía de acceso a los servicios de aseo, a través del incremento de su cobertura y calidad.

- d) Fomento a la investigación y uso de tecnologías en el sector, que minimicen los impactos al ambiente y la salud, mediante el principio precautorio.

Se establecen como políticas de la gestión de residuos sólidos en el ámbito legal las siguientes:

- a) Garantía de la seguridad jurídica en la gestión integrada de los residuos sólidos, a través de la implementación de un régimen sectorial.
- b) Ordenamiento jurídico del sector mediante la codificación, racionalización y simplificación de los mecanismos de cumplimiento, control y sanción de la normativa existente.
- c) Desarrollo y aplicación de mecanismos que permitan tomar acciones conjuntas de estímulo, control y sanción a los responsables de la gestión de los residuos sólidos.

Finalmente, se encarga a los Ministerios de Salud Pública, Ambiente y de Desarrollo Urbano y Vivienda, la formulación de un Plan de Inversiones, con el fin de movilizar los recursos y crear mecanismos de infraestructura institucional para la correcta rectoría de la gestión de residuos sólidos en el país.

CAPÍTULO II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Caracterización del proyecto evaluado.

En la elaboración del nuevo proyecto de relleno sanitario del cantón Paján se ha utilizado, en lo socioeconómico, la información obtenida por el ingeniero Arturo Añasco para el diseño del antiguo relleno sanitario. Así, las proyecciones realizadas entonces por su autor indicaban que la tasa de crecimiento poblacional de 1,5% dada por el INEC resultaba demasiado baja para el crecimiento urbano, por lo que consideró una tasa del 2,66% para la realización de dicho diseño, proyectando la población a partir del año 2011 basado en ese crecimiento. Estos cálculos indican que de una población actual de 9.578 habitantes se alcanzará la cifra de 14.334 en el 2027, para un crecimiento del 49,85%. Así, la proyección en la generación de RSU en el cantón aparece en la siguiente tabla.

Tabla 2.1. Proyección de generación de RSU en el cantón Paján.

Año	Población	Volumen (Kg/Hab/día)	Origen de los residuos (en Ton/día)					Total (Ton/día)
			Doméstico	Mercado	Planteles	Comercial	Barrido	
2011	9578	0,614	4,58	0,16	0,10	0,42	0,61	5,88
2012	9822	0,620	4,75	0,17	0,10	0,44	0,64	6,09
2013	10072	0,627	4,92	0,18	0,10	0,45	0,66	6,31
2014	10328	0,633	5,10	0,18	0,11	0,47	0,68	6,54
2015	10591	0,639	5,28	0,19	0,11	0,49	0,71	6,77
2016	10862	0,646	5,46	0,20	0,12	0,50	0,73	7,01
2017	11139	0,652	5,66	0,20	0,12	0,52	0,76	7,26
2018	11423	0,659	5,86	0,21	0,12	0,54	0,79	7,52
2019	11714	0,665	6,07	0,22	0,13	0,56	0,81	7,79
2020	12013	0,672	6,29	0,23	0,13	0,58	0,84	8,07
2021	12320	0,679	6,51	0,23	0,14	0,60	0,87	8,36
2022	12634	0,685	6,75	0,24	0,14	0,62	0,90	8,66
2023	12957	0,692	6,99	0,25	0,15	0,64	0,94	8,97
2024	13289	0,699	7,24	0,26	0,15	0,67	0,97	9,29
2025	13628	0,706	7,50	0,27	0,16	0,69	1,01	9,62
2026	13977	0,713	7,77	0,28	0,16	0,72	1,04	9,97
2027	14334	0,720	8,04	0,29	0,17	0,74	1,08	10,32

Nota: Proyección calculada según tasa estimada de crecimiento poblacional.

Fuente: Añasco, 2008.

La estimación de los residuos hospitalarios infecciosos fue realizada por el citado autor a partir del índice de producción de residuos por cama (Kg de residuos/cama) obteniendo los siguientes resultados: Índice de producción de residuos infecciosos: 0,63 Kg/cama/día. Se parte del número actual de camas hospitalarias del cantón (15) y para el diseño asumió el crecimiento en función de la tasa de crecimiento poblacional urbano (2,66%).

Tabla 2.2. Proyección de la generación de residuos hospitalarios infecciosos.

Año	N. de camas	Índice de producción	Total
2011	16	0,630	3,7
2014	17	0,630	3,9
2016	18	0,630	4,1
2018	19	0,630	4,4
2020	20	0,630	4,6
2023	21	0,630	4,8
2025	22	0,630	5,1
2028	23	0,630	5,3

Fuente: Añasco, 2008.

Para los cálculos realizados en la tesis, fue utilizada la “Guía para el diseño construcción y operación de rellenos sanitarios manuales” publicada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente de la Organización Panamericana de la Salud y elaborada por Jorge Jaramillo (2002).

Las fuentes de generación de residuos son los siguientes: domiciliario, de barrido, comerciales, de mercados, de instituciones educativas y de hospitales (donde se originan tanto residuos comunes como infecciosos). De estos residuos, los generados en mercados y los residuos infecciosos de los hospitales, nunca serían dispuestos en el relleno, mientras para los domiciliarios se prevé una reducción del 15% para el 2020.

La cobertura del servicio de barrido alcanzará el 100% de las vías susceptibles de ser barridas (asfaltadas, o adoquinadas), mientras que la recolección alcanzaría el 95%, el tratamiento un 80% del volumen recolectado y la disposición en el relleno el 100% de los residuos sólidos recolectados.

Características del relleno sanitario.

La vida útil del relleno será de 23,4 años. Para emplazar el relleno se construirá una plataforma cuya cota de inicio para conformar las celdas (trincheras o fosas) es de 173 msnm., concluyendo la plataforma en la cota 183 msnm., (por lo que tendrá 10 m de altura en la parte alta y 7 en la parte baja, ocupando una área de 1,25 ha.

Como los cálculos indican que para los primeros 15 años se acumulará un volumen de 176,38 m³, se construirán 12 celdas impermeabilizadas totalmente con hormigón armado recubierto de geomembranas para aislar los residuos, las cuales se construirán conforme avance la vida útil, es decir cuando la fosa esté a punto de llenarse se procederá a la construcción de la siguiente. Las celdas tendrán las dimensiones siguientes: 2,5m x 3m x 1,5m, es decir, se almacenaran 11,25 m³ anuales.

Características de los líquidos lixiviados.

Durante los proceso de degradación de la materia orgánica de los residuos sólidos en sus diferentes fases se originan como producto final gases y agua, proceso muy lento al interior del relleno, hasta de 40 años, por lo que el líquido que emana en los primeros meses y años de los depósitos de basura arrastra una serie de sustancias orgánicas y otros compuestos que caracterizan estos líquidos como sustancias altamente contaminantes para el ambiente, especialmente hacia los cursos de agua y aguas subterráneas conocido como lixiviado.

El sistema de impermeabilización está destinado a evitar la contaminación del manto freática por los lixiviados del relleno, por lo que se prevé impermeabilizar la base del mismo usando geomembranas en la base y en las paredes del cubeto, que cumplan esa función y que ofrezcan resistencia al ataque de sustancias químicas; a pesar de que los resultados de los estudios de suelos indican que estos son considerablemente impermeables en la zona, (pudiéndose utilizar arcilla como faja de impermeabilización, en capas de 0,20 – 0,40 metros por cada un metro de acumulación).

De los residuos sólidos a disponer en el relleno sanitario, el 74% corresponde a materia orgánica, la cual por efecto de la descomposición anaerobia produce emisiones gaseosas altamente contaminantes. La descomposición anaerobia por materia orgánica produce cantidades apreciables de metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂), así como trazas de gases de olor repugnante como ácido sulfhídrico (H₂S) y amoníaco (NH₃).

Tomando en consideración las bases de diseño definidas anteriormente se ha procedido a realizar el dimensionamiento del relleno con el fin de conocer los volúmenes a disponerse en el relleno, así como las áreas, las cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2.3: Proyección de necesidad de área para el Relleno Sanitario.

Año	Área requerida (en ha)	+20% de material de cobertura	RSU a disponer (en m³ año)	RSU acumulados (en toneladas)
2011	0,40	23715,60	19763,00	9881,50
2012	0,47	28432,59	23693,83	11846,91
2013	0,55	33268,11	27723,43	13861,71
2014	0,64	38218,48	31848,73	15924,37
2015	0,72	43287,89	36073,24	18036,62
2017	0,90	53799,36	44832,80	22416,40
2019	1,08	64823,39	54019,49	27009,74
2021	1,27	76446,59	63705,49	31852,75
2022	1,38	82574,65	68812,21	34406,10

Fuente: Añasco, 2008.

En la actualidad el servicio de aseo urbano del cantón Paján se presta en forma directa por el departamento de Justicia, Policía y Vigilancia, del cual Aseo de Calles es una dependencia, lo que significa que el manejo de la basura está a cargo del Comisario Municipal.

Esta estructura de prestación del servicio tiene varios inconvenientes, entre los cuales podemos citar: la imposibilidad de determinar con precisión los costos del servicio, por estar incluidos dentro del departamento; los procesos de toma de decisiones se vuelven muy complejos y lentos y no existe un manejo técnico de la basura.

Por tanto, es necesario un nuevo modelo de gestión que permita mejorar la cobertura y garantizar la prestación de un servicio adecuado por parte de la Municipalidad, aunque sin crear una nueva empresa al efecto, pues no sería viable dadas las particularidades del cantón Paján:

- No cubriría los costos del servicio (tanto de inversiones, como de operación y mantenimiento).
- La cantidad de residuos a operar no es significativa en este momento.
- No existe en la población una cultura de pago por los servicios.
- La recaudación actual por el sistema de tarifas no es eficiente.

2.2. Diseño metodológico.

La necesidad de conocer el posible impacto ambiental que podría generar la construcción y operación del nuevo relleno sanitario del cantón Paján, determinó que en el estudio de Línea Base se consideraran dos criterios esenciales: el probable impacto del relleno y la utilidad de algunos componentes del medio físico para acometer la rehabilitación de las áreas degradadas (tanto la que corresponde a las trincheras, como el área de extracción de arcillas destinadas a las capas de tierra que ellas requieren, incluida la que se situaría en superficie, una vez finalizada su vida útil.

Así, el análisis de los componentes del medio ambiente biofísico en el área, comenzó por el estudio de las formaciones geológicas que afloran y el relieve en que se encuentran, con vistas a determinar su incidencia en la generación de problemas ambientales (tales como los derivados de la edad y composición de las rocas y su contexto estructural). De igual modo, es preciso conocer las particularidades del relieve, por su incidencia en los costos de construcción y operación, así como en el movimiento de los lixiviados, entre otros aspectos.

Tomando en cuenta la influencia de las precipitaciones, en cualquier proyecto de relleno sanitario es preciso conocer en detalle las características principales de su área de emplazamiento, para lo cual se recurrió a la revisión de los anuarios meteorológicos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), pudiéndose constatar el comportamiento de las diferentes variables meteorológicas en el área, especialmente la temperatura, precipitaciones, humedad relativa y vientos, los cuales inciden en procesos como la descomposición de los residuos y el transporte de los gases emanados del proceso, entre otros.

Los recursos hídricos superficiales fueron analizados en función de su caudal, calidad del agua, proximidad al área del relleno y su grado de protección por la vegetación de las riberas. Igualmente, el análisis relacionado con las aguas subterráneas se encaminó a develar el riesgo de las infiltraciones debido a los lixiviados que se generen en el relleno.

En el caso de los suelos, se determinó analizar su estado actual (derivado de los procesos que lo afectan), así como su potencialidad para servir como cobertura final en el relleno de las trincheras previstas. Por su parte, el estudio de la vegetación se orienta a la determinación de sus potencialidades para la rehabilitación del área del relleno, en cada una de las trincheras que se sellen después de llenarse.

Dentro del componente socioeconómico se estudia la dinámica de la población del área urbana de la ciudad de Paján (la cual resultará beneficiada con la obra), así como el fondo habitacional. Esto, con la intención de descubrir las tendencias demográficas más importantes y su posible impacto en el proyecto durante su fase de operación (especialmente el crecimiento poblacional y el comportamiento de las migraciones).

En el caso de la economía, las principales fuentes de ingreso económico del cantón pueden orientar el análisis de la dinámica de generación de residuos sólidos, pues ciertas actividades como la construcción, el comercio y la agricultura, contribuyen con cantidades mayores de residuos sólidos (frecuentemente más peligrosos que los generados por otras actividades). De igual forma, el conocimiento de la infraestructura disponible de agua potable y alcantarillado sanitario puede orientar la identificación de impactos potenciales de los residuos sólidos, derivados del funcionamiento de estos sistemas.

2.2.1. Proyección de la producción de Residuos Sólidos.

Para la obtención de la información se procedió a realizar trabajos de campo utilizando metodologías estandarizadas por la Organización Panamericana de la Salud (sistema de cuarteos), así como otros criterios que se encuentran en la bibliografía existente. Los resultados obtenidos fueron evaluados y comparados, con el fin de detectar incoherencias en la información de campo obtenida.

Para el caso de los residuos sólidos domiciliarios, el valor del PPC determinado es de 0,46 Kg/hab/día, que es el valor con el cual se realizó la proyección de este tipo de residuos sólidos. Este resultado permitió determinar la proyección de generación de residuos sólidos hasta el año 2027, tomando como base un crecimiento anual de 1% de la producción per cápita diaria, valor recomendado por la bibliografía y que se considera apropiado para el cantón Paján, tomando en consideración las condiciones sociales existentes y su grado de desarrollo.

La estimación de los residuos de barrido se realizó a partir de la determinación del índice de producción de residuos de barrido IPB (Kg de residuos/Km barrido/día). El resultado obtenido en el trabajo de campo realizado es de 71,52 Kg/Km/día.

La evolución de las vías a ser barridas se ha calculado a partir de los siguientes datos: longitud total de vías de la ciudad (se ha estimado un crecimiento temporal de estas vías proporcional al crecimiento de la población urbana), vías aptas para barrer, o sea, la vía esté asfaltada, hormigonada o pavimentada (se supone un porcentaje anual de incremento de estas vías aptas por barrer de un 2% anual debido al desarrollo del municipio y los planes que actualmente se encuentran en ejecución) y cobertura real de barrido: (la cobertura actual en Paján es del 80%, es decir, se barren 9 Km de un total de 15 Km de vías susceptibles de ser barridas). Para el diseño se plantea como objetivo la cobertura del 100% a lo largo del tiempo y un incremento anual de 2% de las calles adoquinadas de acuerdo a los objetivos planteados por el Municipio.

La estimación de los residuos provenientes de los comercios se ha realizado en base a pesaje directo de los principales generadores del comercio seleccionados en base a consultas al Municipio y a un reconocimiento de los comercios a pesarse. El total cuantificado del pesaje de los comercios es de 398,50 Kg/día, lo cual corresponde al 7,19%.

Para el diseño se plantea como objetivo continuar con la cobertura del 100% de los comercios, adoptar un incremento del crecimiento de los residuos igual al 1% anual, tomando en consideración que Paján es un cantón en el cual una de las actividades principales es el comercio.

Para el caso de la proyección de los residuos sólidos provenientes de los establecimientos educativos, como se manifestó en el informe de Inventario y Caracterización de Residuos, se realizó el pesaje de uno de los planteles educativos y se obtuvo la producción diaria por alumno, por lo que se ha considerado el crecimiento de los residuos de los planteles del 1% anual.

La identificación de los impactos partió del análisis del documento de proyecto, para precisar que acciones derivadas del quehacer humano (aspectos), a ejecutar en las fases constructiva y operativa, podrían generar impactos ambientales; cuáles serían esos impactos y cómo el proyecto evidencia la compatibilidad con la legislación vigente en Ecuador en relación con el tema de los rellenos sanitarios y la valorización de residuos sólidos urbanos.

Para la evaluación de los impactos ambientales que podría generar el nuevo relleno sanitario se utilizó la ecuación propuesta por la doctora Susana Díaz Aguirre (2007) al desarrollar el módulo: Evaluación de Impacto Ambiental. Procedimientos Metodológicos, en la maestría en Gestión Ambiental ejecutada en la Universidad Estatal del Sur de Manabí en colaboración con la Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saiz Montes de Oca”, Cuba.

El cuestionario aplicado, de conjunto con los análisis realizados por el autor en el contexto de la tesis, permitieron proponer las medidas de mitigación a ejecutar en las distintas etapas del ciclo de vida del relleno sanitario que se estudia.

2.3. Materiales.

Entre los materiales empleados para el desarrollo de la investigación estuvieron:

- Hojas topográficas del área propuesta para la ubicación del relleno sanitario proyectado.
- Mapas temáticos de componentes del medio biofísico en la provincia en general y el área de estudio en particular (como geología, clima, relieve, suelos y otros).
- Imágenes satelitales.
- Censos de población y de vivienda y otras informaciones estadísticas socioeconómicas asociadas a cada uno de los asentamientos poblacionales.
- Artículos publicados en órganos de prensa nacional y provincial, relacionados con la temática.

- Documentos oficiales (Leyes, Decretos–Ley, Reglamentos, Normas Técnicas y Ordenanzas municipales).
- Informes técnicos de diferentes entidades, referentes al cantón en general y al área objeto de estudio en particular. Entre ellos puede destacarse la Evaluación del Sistema Actual de Aseo realizada durante el Diseño del Relleno Sanitario de Paján, elaborado por el gobierno municipal.
- Fotos y videos seleccionados para la presentación al panel.

2.4. Métodos empleados.

Todo el trabajo investigativo se desarrolló bajo el enfoque dialéctico-materialista como método general de las ciencias. Se realizaron indagaciones empíricas y teóricas apoyadas en diferentes métodos, técnicas e instrumentos, que fueron utilizados para la ejecución de las distintas tareas investigativas, según se exponen a continuación:

Entre los métodos generales de la investigación científica empleados, figuran:

- Análisis y síntesis e inducción-deducción: Se utilizaron en el estudio de la literatura consultada y en la interpretación de los datos empíricos, lo cual permitió al autor profundizar en el conocimiento sobre el objeto de estudio, apreciar su valoración desde diferentes posiciones teóricas y sistematizar los fundamentos que sustentan la evaluación de impacto ambiental como instrumento para la gestión de los RSU.
- Histórico-lógico: Se utilizó para conocer con mayor profundidad los antecedentes del objeto investigado y las tendencias actuales, nacionales e internacionales, sobre los procesos más eficientes de gestión de los RSU, sobre su reciclaje y tratamiento, y su aprovechamiento como fuentes de energía renovable.
- Análisis documental: Se utilizó como complemento de la consulta bibliográfica y cartográfica, con el propósito de obtener informaciones procedentes de diversos documentos históricos y también de los

documentos legales que sustentan la gestión ambiental en Ecuador, especialmente el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).

Para la recolección de datos primarios de interés para la investigación también se emplearon técnicas cuyo contenido se derivó de la operacionalización (obtención de indicadores) efectuada. Esas técnicas fueron:

- Observación científica: Fue empleada tanto la observación simple (observar discretamente los fenómenos relacionados con el almacenamiento, recogida, transporte y disposición final de los residuos sólidos), como la observación participante (integrándose el observador al personal de aseo en el interior del área urbana del cantón).
- El panel: se empleó para obtener un patrón secuencial de opiniones de los expertos seleccionados, sobre cuáles serían los aspectos ambientales que generaría la gestión de los residuos sólidos con el proyecto en análisis, y su incidencia en impactos ambientales potenciales. Para ello fue utilizada reiteradamente (en dos reuniones de trabajo), la Matriz de Aspectos e Impactos que se presenta en el capítulo III de esta tesis.
- Para fortalecer este trabajo, también se usó una técnica proyectiva (presentación a los sujetos de un video sobre dos casos de gestión diferenciada de residuos sólidos urbanos: uno en Estados Unidos, mostrando un sistema de tratamiento y otro en un cantón del Ecuador donde la disposición final carece de esa alternativa de gestión). Esto se hizo para que los expertos seleccionados pudiesen expresar sus opiniones sobre las opciones que podrían implementarse con el rediseño del proyecto de relleno sanitario en análisis.
- Otra técnica empleada durante el procesamiento de la información referida a los impactos ambientales asociados a la gestión de los RSU en el contexto del nuevo proyecto, fue la estadística descriptiva (para la determinación de porcentajes, medias y cálculo de indicadores).

- Las técnicas de geoprocесamiento fueron aplicadas para la elaboraci3n de bases de datos georeferenciadas de atributos naturales y socioecon3micos del cant3n que permitieron elaborar el diagn3stico ambiental del 3rea objeto de estudio, as3 como la redacci3n cartogr3fica del informe. Se confeccionaron bases de datos georeferenciadas que permitieron el procesamiento automatizado de la informaci3n mediante los softwares MAPINFO 8.0 y Microsoft Excel 2003, para la elaboraci3n de las tablas, gr3ficos y de la cartograf3a automatizada.

2.5. Limitaciones de la investigaci3n.

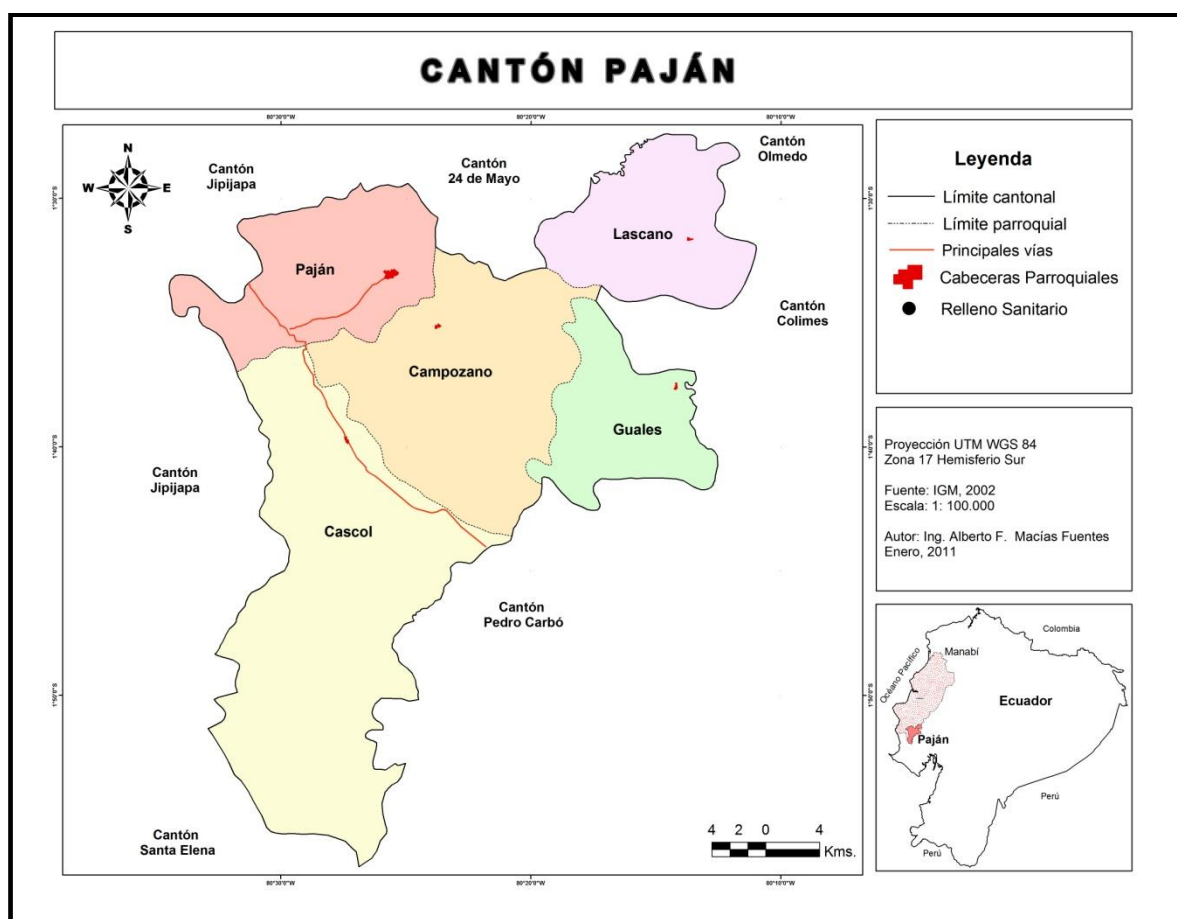
El proceso investigativo confront3 diversas dificultades para los cuales fue necesario intensificar el trabajo por parte del investigador con vistas a obtener la informaci3n que precisaba el trabajo. Entre ellas pueden citarse:

- Dificultades para obtener la informaci3n necesaria, dado por su dispersi3n y por el hecho de que 3sta no se archiva, impidiendo construir series cronol3gicas. No se cuenta con bases de datos actualizadas a nivel cantonal (ni impresas, ni en formato digital).
- En ocasiones, se desconoce la procedencia de los datos que se manejan por las autoridades locales; en otros, se trabaja con estimados, todo lo cual afecta su confiabilidad.
- No se toman en cuenta las diferencias en volumen, composici3n y cambios temporales de los RSU que se generan en la cabecera cantonal.
- S3lo existe informaci3n relacionada con la generaci3n de los RSU a nivel cantonal, por lo cual resulta imposible evaluar el proceso a nivel de barrios dentro de la cabecera del cant3n, siendo necesario realizar muestreos aleatorios en los diferentes barrios.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Estudio de Línea Base Ambiental del nuevo relleno sanitario del cantón Paján.

El cantón Paján se localiza al sur de la provincia de Manabí, a 450 Km. de la ciudad de Quito, ocupando una superficie de 1.086 km². Como se observa en la siguiente figura, limita al norte con el cantón 24 de Mayo, al oeste con el cantón Jipijapa, al este con los cantones Olmedo, Colimes y Pedro Carbó y al sur con la provincia Guayas. En la actualidad, el Cantón Paján está subdividido en cuatro parroquias rurales (Campozano, Cascol, Gualo y Lascano) y una parroquia urbana (Paján).



3.1.1. Componentes físicos – geográficos.

a) Geología.

Con apoyo del Léxico Estratigráfico del Ecuador (Bristow y Hoffstetter, 1977), se puede destacar el afloramiento en el área del cantón Paján de cuatro formaciones geológicas principales:

- Formación Cayo: corresponde al complejo ígneo del Cretácico medio a superior.
- Formación Miembro: sus rocas son esencialmente de edad oligocénica y está constituida por una alternancia de Areniscas y Conglomerados.
- Formación Angostura: corresponde al Mioceno, con un predominio en el área de rocas como Coquinas, Areniscas y Lodolitas.
- Formación Onzole: Es precisamente la formación geológica que aparece en el área seleccionada para el emplazamiento del nuevo relleno sanitario, estando compuesta por Lutitas y Limolitas de edad reciente.

b) Relieve.

La topografía de la parte norte del cantón presenta un aspecto ondulado – colinoso, con dos unidades principales que constituyen la prolongación oriental de las montañas de Colonche: el sistema de colinas y alturas de altitud inferior a los 300 metros, y los valles ocupados por los drenajes de esteros y flujos secundarios, los cuales han seccionado las elevaciones, con inclinaciones descendientes hacia el río Paján. La ciudad de Paján se asienta a una altitud media de de 160 msnm.

c) Clima.

Tomando en cuenta la influencia de las precipitaciones en cualquier proyecto de relleno sanitario, es preciso conocer en detalle las características principales de

su área de emplazamiento, para lo cual se recurrió a la revisión de los anuarios meteorológicos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), pudiéndose constatar que en la zona de influencia del proyecto existe una estación pluviométrica, la estación Paján, cuyo registro de datos pluviométricos comprende al periodo 1949 – 1987.

Según los datos registrados en la misma, la precipitación media anual en el área es de 882,6 mm, con una marcada diferencia entre la época de verano (junio a noviembre), cuando la precipitación mínima media llega hasta 2,9 mm en el mes de octubre, y la época de invierno (diciembre a mayo), cuyo mes más lluvioso es febrero, con una media de 271,9 mm. En ese mes se registró la precipitación máxima absoluta en el año 1950: 576,8 mm. La mínima absoluta es de 0,00 mm y se ha presentado en diversas ocasiones y en distintos meses del año.

La temperatura media anual es de 25,5°C, con variaciones poco significativas (algo característico de la zona), donde la temperatura mínima media es de 23,5°C y se presenta en el mes de octubre; mientras la máxima media es de 26,8°C y se presenta en julio.

La humedad relativa media anual, que es del 85,3%, experimenta poca variación durante el año: la mínima, de 77%, se presenta en enero, mientras la máxima, de 90%, ocurre en el mes de julio. La información registrada sobre evaporación solo tiene una serie de dos años, por lo que no resulta viable para el análisis (en ese período la evaporación media anual medida fue de 1.241,4 mm).

Sobre el comportamiento dominante del viento, una variable de gran importancia en el diseño de un relleno sanitario, por sus implicaciones en el transporte de contaminantes, se conoce que la dirección predominante es del Sur, con una frecuencia de 33,3% del tiempo. Se registra además una velocidad máxima de 9,0 m/s (correspondiente a los meses de marzo, septiembre y noviembre), pero la velocidad media anual es de 5,9 m/s, con una velocidad mínima anual de 4,0 m/s que se presenta en los meses de enero a mayo, octubre y diciembre.

d) Hidrografía.

Los recursos hídricos superficiales son abundantes en el cantón, estando todos sus ríos vinculados al sistema hidrográfico. Según la única estación hidrológica existente, instalada en el río Paján, en la cual se tienen registros desde 1997, el caudal medio anual del río es de 2,99 m³/s, con caudales máximos en el mes de abril que alcanzan los 9,77 m³/s, y un mínimo de 0,40 m³/s en el mes de diciembre.

Actualmente las microcuencas superficiales, que son tributarias del río Paján, se encuentran desprotegidas y sus ríos y esteros se hallan contaminados, pero aun así son importantes fuentes de captación de agua. En el caso del estero Zapotal, que pasa muy próximo al futuro emplazamiento del nuevo relleno sanitario, sería el cuerpo receptor de los lixiviados.

Con el fin de conocer las características del río Colimes (el cual potencialmente podría ser afectado por el efecto de los lixiviados del relleno), el Departamento de Obras Públicas del Gobierno Municipal de Paján realizó el análisis físico-químico y bacteriológico de sus aguas, cuyos resultados se presentan en la tabla que aparece a continuación.

Tabla 3.1. Calidad de las aguas del río Colimes.

Parámetro	U/M	Valor
Potencial hidrógeno (pH)	-	7,10
Coliformes totales (Colonias)	MMP/100ml	370
Sólidos Totales	mg/l	383
Sólidos Disueltos	mg/l	172
Fósforo Total	mg/l	0,07
Nitritos	mg/l	0,01
Nitratos	mg/l	1,01
Nitrógeno amoniacal	mg/l	0,35
Oxígeno Disuelto	mg/l	6,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	5
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	8

Fuente: Gobierno Municipal de Paján, 2003.

Considerando que el destino actual del agua del río es para regadío, la comparación de los valores obtenidos con lo establecido en la legislación ambiental vigente (especificados en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria), evidencian que todos los parámetros cumplen con la norma de calidad establecida para ese tipo de uso.

El agua subterránea afectada será aquella ubicada en los acuíferos subterráneos donde podrían producirse infiltraciones producto del lixiviado que se genere en el relleno.

e) Suelos.

La mayoría de los suelos cercanos a los poblados son de uso agrícola, por lo que se encuentran en un importante estado de deterioro producto a la erosión, además de presentar contaminación asociada al abuso de fertilizantes y fungicidas en esos cultivos.

f) Diversidad Biológica.

En el área específica de emplazamiento del nuevo relleno sanitario existen pastizales y bosques secundarios, con algunos restos del bosque primario original, donde aparecen especies maderables como: Caña Guadúa (*Guadúa Angustifolia*), Colorado (*Panteira sp.*), Algarrobo (*Prosopis jutiflora*). Otras especies maderables presentes son exóticas: Balsa (*Prosopis jutiflora*), Teca (*Tectonia grandis*) y Pachaco (*Schizolobium sp.*). El único bosque protegido lo encontramos al noroeste de la parroquia Paján, a unos dos kilómetros aproximadamente del área propuesta para el proyecto en cuestión.

De acuerdo a la clasificación propuesta por Holdrige (Añasco, 2008), esta región bioclimática corresponde a la formación ecológica llamada Bosque Muy Seco Tropical, la cual se extiende desde 5 msnm. hasta 300 msnm., en un patrón

climático tipo monzónico, donde anualmente se presentan entre cinco y ocho meses ecológicamente secos.

3.1.2. Componentes socioeconómicos.

a) Población.

La población total del cantón, según INEC (2001), es de 35.952 habitantes (3% del total de la provincia de Manabí). En el área urbana de la ciudad de Paján, con una superficie aproximada de 122.92 hectáreas, viven 6.060 habitantes (las parroquias rurales concentran el 83,1% de la población total, con 29.892 habitantes, especialmente las de Campozano y Cascol, siendo la parroquia de Guale la menos poblada, debido a su alto índice de migración hacia la provincia del Guayas). En su distribución por sexo, las mujeres representan el 51,2% del total, con mayor incidencia del desbalance en el área rural.

En el cantón están registradas un total de 7.000 viviendas particulares, con una densidad de 4,5 personas por hogar.

La propia fuente reveló que durante el último período inter censal (1990-2001), se produjo una tasa negativa de crecimiento del -1,5% anual como promedio, así como un incremento de la población mayor de 60 años.

De acuerdo con los datos del Anuario de Estadísticas Vitales (INEC, 2000), el 46,5% de la población joven está representada por personas menores de 20 años, presentándose un 20.66% de mujeres en edad fértil (en el año 2000, la tasa de natalidad en la provincia de Manabí fue de 20,0 nacimientos por cada 1000 habitantes, pero la de mortalidad infantil alcanzó los 12,3 por cada 1000 nacidos vivos y la tasa de mortalidad materna, la cifra de 63,1 por cada 100 000 nacidos vivos.

b) Economía local.

Según el Plan Estratégico de Paján, (Gobierno Municipal de Paján, 2003), las principales fuentes de ingreso económico del cantón Paján son la ganadería y la agricultura, que ocupan al 73,11% de la población económicamente activa (PEA), seguidas del comercio (ocupa al 6,45% de la PEA) y la construcción, una actividad emergente en los últimos años (Gobierno Municipal de Paján, 2003).

Las principales producciones comercializadas son: café, cacao, maíz, yuca, achiote y frutales, los cuales se venden en los mercados locales y también se exportan a través del puerto de Manta y por vía terrestre. También se han desarrollado experiencias de comercialización informales desde los pequeños productores hacia los consumidores directamente, como es el caso de la cabecera cantonal.

La reforma agraria ecuatoriana contribuyó a la transformación de la estructura de la tenencia de la tierra, afianzó la polarización entre empresas capitalistas con capacidad de generar excedentes y una mayoría de campesinos minifundistas orientados a la subsistencia, entre los cuales se observan graves y agudos problemas sociales. La legalización de la tenencia de la tierra es un factor que le impide al campesino ser sujeto de crédito.

c) Educación.

Según el Gobierno Municipal de Paján (2003), el cantón cuenta con 168 centros educativos, distribuidos en los cuatro niveles de educación (incluido el universitario), y abarca tanto el sector urbano como el rural, aunque la educación preescolar cuenta solamente con seis instituciones fiscales en todo su territorio.

Los niveles de analfabetismo del cantón están entre los más altos del país, al afectar al 21.5% de la población, con una mayor incidencia en la zona rural (23.2%) que en la urbana (13.6%). La escolaridad promedio es de 6,1 años en la

zona urbana y de 3,5 en el área rural (el promedio de escolaridad de la población de más de 10 años del cantón es de 3,9 años).

Otro problema que incide en la calidad de la educación es que la mayoría de los 400 docentes disponibles en el sistema educativo cantonal, viven en otros cantones, lo que dificulta el cumplimiento del horario laboral, deteriorando la calidad de la educación local.

d) Salud.

Según la propia fuente, las enfermedades más frecuentes en la población del cantón son: Diabetes (35% de los casos), Gastritis (30%), afecciones cardiovasculares (27%) y la tuberculosis.

Además, es alarmante la desnutrición crónica en niños menores de cinco años, representando el 43.9% del total de niños que habitan el cantón. Su mayor incidencia está en la zona rural, lo que pudiera relacionarse con factores como: escasos ingresos económicos familiares, inadecuados hábitos alimenticios, ausencia de educación para la salud en las madres de familia y el alto índice de pobreza que se registra en el cantón (76,88%), que es uno de los más altos del país.

Para la atención médica, Paján cuenta con cuatro instalaciones en el área urbana, tres de ellas públicas (el hospital “Israel Quintero”, un dispensario médico y una unidad médica del patronato municipal), y una clínica particular. Esta infraestructura carece de mantenimiento permanente, requiriendo en algunos casos de reparación y en otros, de remodelación y/o aumento del espacio físico.

Por otra parte, la cobertura de estos servicios para el área rural es nula, al no disponer de una unidad operativa de salud.

e) *Infraestructura de agua potable.*

La ciudad de Paján se abastece de agua tratada, suministrada desde dos fuentes: un reservorio de agua embalsada que aporta el 80% del volumen total utilizado, y varios pozos profundos que aportan el 20% restante. Esto ocurre debido al azolvamiento del antiguo embalse construido hace mas de 30 años en el río Paján (cuya capacidad inicial de tres millones de metros cúbicos se redujo a 50 m³).

Sin embargo, sólo el 60% de las edificaciones están cubiertas por este servicio; en los barrios periféricos el abastecimiento de agua siempre ha sido irregular e insuficiente y se hace mediante pozos someros. En el área rural solo el 34% de la población tiene este servicio.

f) *Alcantarillado Sanitario.*

El alcantarillado sanitario tiene una longitud de 14,02 Km, y el pluvial 13,35 Km (ambos administrados por la municipalidad). La operación y mantenimiento de este servicio son inadecuados, y la única laguna de oxidación que existe funciona intermitentemente. En la parte rural el alcantarillado alcanza un 11% y solo está emplazado en las cabeceras parroquiales.

g) *Telefonía.*

La red telefónica en el cantón es análoga, logrando en la ciudad una cobertura del servicio que llega al 53%. Sin embargo, en el área rural esa cobertura solo alcanza el 0,7%. En general, la población que no cuenta con este servicio, hace uso de la central de Pacifictel.

En cuanto a la telefonía celular, existe cobertura por las compañías PORTA y MOVISTAR, que cubre todo el cantón (además, estas compañías prestan el servicio utilizando diversas cabinas telefónicas instaladas en el cantón).

h) Energía eléctrica.

Actualmente un 95% de la población de Paján cuenta con este servicio, únicamente las viviendas que se encuentran en la parte periférica carecen de energía eléctrica. La mayor parte de la ciudad tiene buen alumbrado público, especialmente en el centro. En el área rural el 92% de la población tiene energía eléctrica.

i) Vialidad.

En Paján existen cinco vías arteriales: la de acceso a la ciudad, la Nieto, la calle Quito, Parrales, y la que va a Noboa, todas ellas conectan a la ciudad con sus recintos y parroquias. Una vía que se puede considerar como principal (enlace secundario) dentro del poblado, es la Avenida 9 de Octubre, que atraviesa a la ciudad formando un eje vial que limita las cuatro zonas de la ciudad.

El resto de las vías son locales y se disponen en forma paralela y perpendicular a esta vía, formando manzanas rectangulares.

Las vías arteriales de enlace básico tienen un ancho aproximado de 21 metros sin asfaltar (a acepción de la entrada al poblado que conecta al mismo con la vía Jipijapa – Pedro Carbó), sin aceras laterales ni parterre, y se mantienen en estado regular. La vía de enlace secundario 9 de Octubre, tiene un ancho aproximado de 11 metros y en un tramo de cuatro cuadras posee doble carril.

La mayor parte de las vías locales son asfaltadas, con un ancho promedio de 10 metros, tienen aceras de hormigón, y tanto las calles como las aceras se encuentran en buen estado. En algunos sectores de la ciudad son de tierra y no tienen aceras ni bordillos.

Las vías peatonales tienen un ancho de cinco metros y por lo general son poco transitadas, a acepción de la situada frente a la iglesia cercana al municipio.

3.2. Identificación, valoración y ponderación de impactos ambientales.

La identificación y evaluación de los aspectos ambientales del proyecto de relleno sanitario, es la base para su rediseño, con el fin de reducir al mínimo posible esos impactos ambientales y maximizar el aprovechamiento económico de los residuos orgánicos (gases de digestión anaeróbica, compostaje y otros).

Para ello se partió de identificar, a partir del análisis del documento de proyecto, que acciones derivadas del quehacer humano (aspectos) en las fases constructiva y operativa, podrían generar impactos ambientales; cuáles serían esos impactos y cómo el proyecto evidencia la compatibilidad con la legislación vigente en Ecuador en relación con el tema de los rellenos sanitarios y la valorización de residuos sólidos urbanos.

La Tabla 3.2 muestra la matriz derivada del trabajo con los expertos, en la cual se refleja el nivel de significación de cada uno de los aspectos ambientales y el papel de estos últimos en la generación de los impactos identificados.

Tabla 3.2. Matriz de identificación de aspectos e impactos ambientales derivados de la construcción y operación del relleno sanitario de Paján.

Etapas del proyecto	Acciones del proyecto que generan impactos (Aspectos Ambientales)	Impactos ambientales	
		Negativos	Positivos
Etapas de construcción	Desbroce de la vegetación y construcción de infraestructuras	Destrucción del valor estético del paisaje	
		Pérdida de la cubierta vegetal	
		Cambio de uso del suelo	
		Contaminación de aguas superficiales	
		Destrucción de la estructura del suelo	
		Incremento de la erosión inducida del suelo	
		Alteración del régimen de drenaje	

		Aumento del número de especies silvestres amenazadas	
		Emigración de fuerza de trabajo potencial por pérdida local de calidad ambiental	
			Generación de empleo y renta familiar
	Generación de emisiones de gases y ruidos por el movimiento de la maquinaria	Compactación del suelo	
		Contaminación atmosférica local	
	Emisiones de polvo y partículas de combustión por las maquinas	Contaminación de aguas superficiales	
		Surgimiento de enfermedades de origen respiratorio	
	Uso humano local de las aguas superficiales y subterráneas	Surgimiento de enfermedades de origen hídrico	
tapa de Operación	Escape de gases de descomposición de la materia orgánica	Incremento de los costos operacionales del relleno	
		Riesgo potencial para la salud de operarios y vecinos del relleno	
		Incremento de los costos operacionales por no reutilizar los desechos y gases de descomposición	
		Contaminación atmosférica local	
	Infiltración de aguas contaminadas por falta de capa aislante en el fondo de trincheras	Contaminación de aguas subterráneas	
		Potencial surgimiento de enfermedades de origen hídrico	
	Movimiento de tierra para su uso en las trincheras	Destrucción del valor estético del paisaje	
		Destrucción de hábitats	
		Contaminación atmosférica local	
		Destrucción de la estructura del suelo	
	Emisiones de gases, partículas y ruido por la quema de combustible fósiles en transportes anticuados	Contaminación atmosférica local	
		Sobreexplotación de recursos energéticos	
	Falta de proyección en la recolección de desechos orgánicos procedentes de la cría doméstica de chanchos	Contaminación de aguas superficiales y subterráneas en el entorno urbano	
		Potencial surgimiento de enfermedades de origen hídrico	

	Recolección de los residuos sólidos		Salubridad
			Aumento del potencial estético
			Generación de empleo y renta
	Vertido y almacenaje en las trincheras	Contaminación atmosférica por malos olores, ruido y emisiones de equipos	
		Proliferación de vectores de enfermedades	
			Generación de empleo y renta (chamberos)
	Ausencia de proyección de selección de residuos en la fuente	Sobreexplotación de recursos naturales	

Fuente: Elaborada por el autor.

Para determinar la significación que tiene cada uno de los aspectos ambientales identificados, se realizó su evaluación utilizando los criterios siguientes: Frecuencia de manifestación del aspecto ambiental; Control previsto sobre el aspecto ambiental; Gravedad de las consecuencias del aspecto, y Eficacia del proyecto en el cumplimiento de los requisitos legales vigentes. La ecuación usada fue:

$$S = \frac{(f.c.g.e)}{4} \quad \text{donde:}$$

S: Significación del aspecto ambiental.

f: Frecuencia de manifestación del aspecto ambiental

c: Control previsto sobre el aspecto ambiental

g: Gravedad de las consecuencias del aspecto

e: Eficacia del proyecto en el cumplimiento de los requisitos legales vigentes

En las Tablas 3.3 y 3.4 se explican los criterios y escalas de evaluación utilizados, y la puntuación de cada aspecto respectivamente. El valor total obtenido por cada aspecto, indica su significación: un aspecto ambiental resulta Significativo cuando presenta un valor mayor que 5 (tales impactos serán prioritarios a la hora de establecer objetivos, metas y programas ambientales), Poco Significativo si el

valor oscila entre 3 y 5 y No Significativo cuando el valor total obtenido es inferior a 3 puntos.

Tabla 3.3. Indicadores de evaluación de los aspectos ambientales del proyecto de relleno sanitario de Paján.

Indicador	Categoría	Criterio de evaluación	Valor
Frecuencia de manifestación del aspecto ambiental	Alta	El aspecto ambiental se presenta al menos una vez por mes	3
	Media	Se presenta al menos una vez en el semestre	2
	Baja	Se presenta con carácter anual o multianual	1
	Nulo	No está previsto en el proyecto	3
Control previsto sobre el aspecto ambiental	Insuficiente	Está previsto pero solo propone medidas correctivas parciales	2
	Parcialmente suficiente	Está previsto, con medidas correctivas totales, pero mejorables	1
Gravedad de las consecuencias del aspecto	Grave	Causa daños significativos, con restauración a largo plazo	3
	Menos grave	Causa daños significativos, con restauración a corto o mediano plazos	2
	Leve	Causa daños leves, con restauración a corto plazo	1
Eficacia del proyecto en el cumplimiento de los requisitos legales vigentes	Ineficaz	Cumple menos del 50% de las medidas establecidas	3
	Medianamente eficaz	Cumple entre el 50% y 90% de las medidas establecidas	2
	Eficaz	Cumple más del 90% de las medidas establecidas	1

Fuente: Elaborada por el autor a partir del TULAS del Ecuador (Ministerio del Ambiente, 2003).

Tabla 3.4. Evaluación de los aspectos ambientales del proyecto de relleno sanitario de Paján.

Acciones o aspectos	Indicadores				
	Frecuencia	Control	Gravedad	Eficacia	Total
1	2	2	2	2	8
2	2	2	1	1	6
3	2	1	1	1	5
4	2	2	2	1	7
5	3	1	1	2	7
6	2	2	2	3	9
7	3	1	2	2	8
8	3	1	1	2	7
9	2	2	2	2	8
10	3	1	1	1	6
11	3	1	2	2	8
12	1	1	1	2	5

Fuente: Elaborada por el autor.

Así, resultan Significativos los siguientes aspectos ambientales derivados de la construcción y operación del proyecto de relleno sanitario:

- Desbroce de la vegetación y construcción de infraestructuras,
- Uso humano local de las aguas superficiales y subterráneas,
- Escape de gases de descomposición de la materia orgánica,
- Infiltración de aguas contaminadas por deterioro de la capa aislante en el fondo de las trincheras,
- Movimiento de tierra para su uso en la colocación de capas de arcilla en las trincheras,
- Emisiones de gases, partículas y ruido, por la quema de combustible fósiles en transportes anticuados,
- Falta de proyección en la recolección de desechos orgánicos procedentes de la cría doméstica de chanchos,
- Vertido y almacenaje en las trincheras.

Por otra parte, resultaron Poco Significativos los siguientes aspectos ambientales:

- Generación de emisiones de gases y ruidos por el movimiento de la maquinaria
- Emisiones de polvo y partículas de combustión por las maquinas
- Recolección de los residuos sólidos
- Ausencia de proyección de selección de residuos en la fuente

Para la evaluación de los impactos ambientales que podría generar el nuevo relleno sanitario se utilizó la ecuación propuesta por Díaz Aguirre (2009):

$Im = \pm [3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC]$; donde:

Im: Importancia del Impacto Ambiental.

I: Intensidad: con valores de (1) Baja; (2) Media; (4) Alta; (8) Muy Alta

EX: Extensión: con valores de (1) Puntual; (2) Parcial; (4) Extenso; (5-8) Crítico

MO: Momento: (1) Mediano plazo; (2) Largo plazo; (4) Irreversible

PE: Persistencia: (1) Fugaz; (2) Temporal; (4) Permanente

RV: Reversibilidad: (1) Corto plazo; (2) Mediano plazo; (4) Irreversible

SI: Sinergia: (1) Sin sinergia; (2) Sinérgico; (4) Muy sinérgico

AC: Acumulación: (1) Simple; (4) Acumulativo

EF: Efecto: (1) Indirecto; (4) Directo

PR: Periodicidad: (1) Irregular; (4) Periódico

MC: Recuperabilidad: (1) Inmediata; (2) Mediano plazo; (4) Mitigable; (8) Irrecuperable

En la Tabla 3.5 se muestran los valores de importancia de cada uno de los impactos evaluados (seleccionados por el número de aspectos significativos que están involucrados en él). La elaboración de un histograma de frecuencias, permitió agrupar ese conjunto de valores de importancia, en tres grandes grupos:

- Impactos de importancia ALTA ----- valores superiores a 33 puntos
- Impactos de importancia MEDIA ----- valores entre 23 y 33 puntos
- Impactos de importancia BAJA ----- valores inferiores a 23 puntos

Tabla 3.5. Matriz de evaluación de los impactos ambientales derivados de la construcción y operación del relleno sanitario de Paján.

Impactos significativos	EX	PE	SI	EF	I	MO	RV	AC	PR	MC	Im
Destrucción del valor estético del paisaje	2	4	2	4	24	1	4	4	4	4	53
Pérdida de la cubierta vegetal	2	4	2	4	24	4	4	4	4	4	56
Cambio de uso del suelo	2	4	1	1	24	4	4	4	4	4	52
Compactación del suelo	2	2	1	4	3	1	4	4	4	4	29
Destrucción del suelo	2	4	1	1	24	4	4	4	4	8	56
Incremento de la erosión inducida del suelo	2	2	2	4	3	1	2	1	1	4	22
Alteración del régimen de drenaje	2	4	1	4	24	4	4	4	4	2	53
Contaminación de aguas superficiales	8	2	2	1	3	1	2	1	4	4	28
Contaminación de aguas subterráneas	4	4	2	1	24	2	2	4	4	4	51
Destrucción de hábitats	2	2	1	1	6	2	4	4	1	4	27
Aumento de especies silvestres amenazadas	2	2	2	1	3	1	2	1	1	2	17
Emigración de fuerza de trabajo potencial por pérdida local de calidad ambiental.	4	2	2	1	3	1	1	1	1	2	18
Generación de empleo y renta familiar	2	4	2	4	3	1	2	4	1	2	25
Contaminación atmosférica local	2	4	4	4	3	2	4	1	4	4	32
Surgimiento de enfermedades de origen respiratorio	2	2	2	1	3	1	1	1	1	4	18
Surgimiento de enfermedades	4	2	2	1	3	1	2	1	1	4	21

de origen hídrico											
Riesgo potencial para la salud de operarios y vecinos del relleno	2	4	2	4	3	1	2	4	4	4	30
Incremento de los costos operacionales por no reutilizar los desechos y gases de descomposición	4	4	4	4	12	2	2	4	4	4	44
Sobreexplotación de recursos energéticos	4	2	1	1	3	1	2	4	1	4	23
Sobreexplotación de recursos naturales	4	2	2	1	3	2	2	4	1	4	25
Proliferación de vectores de enfermedades	2	4	4	4	6	1	4	4	4	4	37

Fuente: Elaborada por el autor.

Como puede apreciarse, existen numerosos impactos ambientales que pueden considerarse como de importancia ALTA:

- Destrucción del valor estético del paisaje
- Pérdida de la cubierta vegetal
- Cambio de uso del suelo
- Destrucción de la estructura del suelo
- Alteración del régimen de drenaje
- Incremento de los costos operacionales por no reutilizar los desechos y gases de descomposición
- Contaminación de aguas subterráneas
- Proliferación de vectores de enfermedades

En la categoría de importancia MEDIA, se incluyen los siguientes impactos:

- Contaminación de aguas superficiales
- Generación de empleo y renta familiar
- Compactación del suelo
- Contaminación atmosférica local
- Riesgo potencial para la salud de operarios y vecinos del relleno
- Destrucción de hábitats
- Sobreexplotación de recursos naturales

Finalmente, los siguientes impactos se evalúan como de importancia BAJA:

- Incremento de la erosión inducida del suelo
- Aumento del número de especies silvestres amenazadas
- Emigración de fuerza de trabajo potencial por pérdida local de calidad ambiental.
- Surgimiento de enfermedades de origen respiratorio
- Surgimiento de enfermedades de origen hídrico
- Sobreexplotación de recursos energéticos.

La evaluación de impactos ambientales realizada al proyecto evidenció diversas insuficiencias que pueden ser corregidas durante el proceso de rediseño del mismo, derivado del cambio de locación donde deberá construirse el relleno sanitario. Como sugerencias para ese rediseño, la presente investigación definió las siguientes:

3.3. Propuesta de medidas correctoras o de mitigación.

Las medidas de mitigación que se proponen se derivan del cuestionario aplicado, así como de los análisis realizados por el autor en el contexto de la tesis. Las mismas están estructuradas de acuerdo a las dos fases del proyecto: la de construcción y la de operación.

En la etapa de construcción, las acciones a ejecutar son temporales y zonificadas, pudiendo mitigar los impactos si se aplican las normas ambientales vigentes para la construcción:

Las medidas a considerar en la fase de construcción son las siguientes:

1. Dado que el proyecto en análisis solo contempla la colocación de chimeneas de evacuación de gases, es necesario promover un proyecto de aprovechamiento de los gases derivados de la descomposición de la

materia orgánica en las celdas, instalando dispositivos para su aprovechamiento (con beneficio económico y social directo, incluyendo el mejoramiento de la salud de operarios y vecinos, así como la inmigración asociada a la oferta de empleo en condiciones de calidad ambiental adecuadas).

2. Promover, desde el proyecto, el compostaje (beneficio por aumento de la fertilidad del suelo).
3. Promover el diseño paisajístico del área del relleno con especies nativas de la flora, y creación de nichos ecológicos artificiales para la fauna (beneficio: incremento de hábitats para la fauna).
4. Promover desde el proyecto, el logro de experiencias positivas en el manejo de desechos para que puedan utilizarse en la educación ambiental de la población de Paján, como contribución a la formación de una cultura ambiental en el manejo de desechos urbanos a nivel local.
5. Planificar la deposición transitoria de los sedimentos generados por la excavación de trincheras, para su uso posterior en la creación de capas impemeabilizantes en las mismas (si sus propiedades resultan adecuadas para ello). En caso contrario, crear un micro relieve local con diseño paisajístico definitivo.
6. Colocar una cerca viva alrededor de todo el perímetro del relleno, sustentada en el uso (siembra) de especies nativas del cantón, preferentemente arbustos con alta densidad de plantas por unidad de superficie (para disipar olores y captar gases).
7. En el interior del relleno, la vía diseñada para la operación normal del mismo, debe tener cunetas que permitan la recolección del agua de lluvia, con un pozo séptico como destino final.
8. Dado que los residuos hospitalarios depositados en celdas generan serios riesgos de contaminación y constituyen focos de enfermedades para operarios y vecinos, estos deben incinerarse en una instalación diseñada al efecto (que no existe en el proyecto).

9. Especificar el destino final de las aguas pluviales que circularán por el sistema de cunetas perimetrales del relleno (destinadas a evitar cualquier ingreso de líquidos al interior de las celdas).
10. Aunque la laguna de oxidación facultativa permitirá reducir la carga contaminante de BDO_5 y evaporar el lixiviado, su funcionamiento se reducirá a los meses del verano principalmente (enero a abril), por lo que pasará la mayor parte del tiempo sin funcionar. Por otra parte, el balance hídrico demuestra que en el año hay un déficit del recurso agua, comparando los meses de exceso con los meses de déficit, por lo que es posible eliminar el lixiviado mediante evapotranspiración.
Por tanto, la tecnología más viable desde el punto de vista económico y ambiental es la recirculación del lixiviado hacia el relleno sanitario, usando un tanque de almacenamiento de lixiviado con capacidad para una semana (en base al caudal promedio de lixiviados), empleando una bomba que permita la recirculación de lixiviado.
11. Desarrollar talleres para la prevención de riesgos laborales y accidentes de trabajo (seguridad industrial).
12. Perfeccionar el plan de vigilancia y monitoreo, considerando los efectos ecológicos de las medidas de rehabilitación paisajística propuestas.
13. Fomentar el reciclaje de los residuales inorgánicos no biodegradables a partir de la selección en la fuente, para su posible reutilización como fuente de ingresos derivados de la comercialización.
14. En el caso de los residuales químicos tóxicos (como las pilas de mercurio y otros), prever alternativas de manejo desde el proyecto, preferentemente a partir de su separación en la fuente y el reciclaje.
15. Como el cerramiento del relleno tiene por finalidad evitar que personas ajenas a la operación del relleno, puedan ingresar y exponerse a los riesgos que se producen al entrar en contacto con los residuos sólidos, se prevé que el perímetro del relleno tendrá un cerramiento de alambre de púas de cinco filas. Esto no impide la entrada de animales, por lo que se recomienda sustituir los alambres por una cerca de malla tejida.

Las medidas a considerar en la fase de operación son las siguientes:

16. Controlar estrictamente la evacuación de las aguas pluviales desde las cunetas interiores del relleno, impidiendo el desbordamiento de la fosa donde deben depositarse.
17. Monitorear sistemáticamente la calidad de las aguas subterráneas y superficiales en la periferia del relleno para verificar si presentan afectaciones de calidad por los lixiviados.
18. Mantener el actual mecanismo de gestión de RSU (Departamento Municipal), utilizando solo eventualmente a microempresas o empresas privadas mediante contratos de gestión.
19. Mantener un control permanente sobre los residuales químicos tóxicos que lleguen al relleno (por no haber sido separados en la fuente), previendo los mecanismos de reciclado o reubicación correspondientes, previo análisis con las autoridades ambientales.
20. Creación de Club Ecológicos, orientados al tema del manejo de los residuos urbanos en general y los residuos sólidos en particular.

CONCLUSIONES

La literatura científica consultada evidencia la importancia de impulsar la integración del medio ambiente a la toma de decisiones asociadas a los planes y programas de desarrollo, para lo cual se cuenta con un marco legal e institucional cada vez más amplio y una creciente concientización de la opinión pública. En Ecuador, aunque esa integración constituye una política del Estado sustentada en un marco legal e institucional, los proyectos aun adolecen de estudios de impacto ambiental que evalúen todas las posibles consecuencias de su implementación. Ese problema se evidencia con particular fuerza en la gestión de los residuos urbanos, cuyas deficiencias de manejo generan consecuencias en la salud de la población y en el entorno ecológico.

Las características físico-geográficas más importantes para la ubicación del relleno sanitario están dadas por el clima (concentración de las lluvias en invierno, impulsando la emisión de lixiviados; alta humedad relativa y temperatura media anual, favoreciendo la descomposición de los residuos, y velocidad del viento, que disemina los gases contaminantes) y la hidrografía (contaminación en las micro cuencas superficiales). Entre las características socioeconómicas, sobresalen: la densidad de personas por hogar, las actividades económicas dominantes (que intensifican la generación de residuos), los niveles de analfabetismo del cantón (están entre los más altos del país) y la falta de infraestructura de salud.

Como base para su rediseño, el Estudio de Impacto Ambiental realizado al nuevo proyecto de relleno sanitario del cantón, permitió identificar y evaluar los factores que podrían generar impactos ambientales; cuáles serían esos impactos y la compatibilidad del proyecto con la legislación vigente en Ecuador en relación con el tema. Al respecto, resultan Significativos diversos factores o aspectos ambientales derivados de la construcción y operación del proyecto, como: el desbroce y la construcción de infraestructuras; el uso local de las aguas superficiales y subterráneas, el escape de gases de descomposición de la materia

orgánica, el movimiento de tierra para su uso en la colocación de capas de arcilla en las trincheras y el propio vertido y almacenaje en ellas, entre otros.

La evaluación de los impactos asociados especialmente a esos factores o aspectos ambientales, permitió determinar cuáles de ellos pueden considerarse como de importancia Alta, entre los que se destacan: la destrucción del valor estético del paisaje; el incremento de los costos operacionales por no reutilizar los desechos y gases de descomposición; proliferación de vectores de enfermedades y las afectaciones a la cubierta vegetal, los suelos y las aguas subterráneas.

El estudio realizado permitió proponer un conjunto de medidas correctoras o de mitigación para los posibles impactos que genere el proyecto, muchas de las cuales pueden aplicarse en el rediseño del mismo, como: aprovechar los gases de descomposición de la materia orgánica en las celdas, promover el diseño paisajístico del área del relleno con especies nativas (incluida una cerca viva alrededor de todo el perímetro del relleno), incinerar los residuos hospitalarios, asegurar la recirculación del lixiviado, reciclar los residuales inorgánicos no biodegradables y utilizar al máximo los degradables a partir de la selección en la fuente, y sustentar la educación ambiental en buenas prácticas de manejo de residuos sólidos urbanos.

RECOMENDACIONES

Evaluar, por parte de la autoridad competente, la pertinencia o no de la construcción y operación del nuevo relleno sanitario de acuerdo a los criterios ofrecidos como parte de esta investigación.

Diseñar e implementar un sistema integral de gestión de residuos sólidos urbanos para el cantón Paján.

Socializar los resultados del presente trabajo entre las diferentes parroquias del cantón Paján, como parte de un proceso colectivo de gestión ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, G. (2000): *Gestión ambientalmente adecuada de residuos urbanos en América Latina: un enfoque de política integral*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P. F., y Zepeda, F. (1997): *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.: BID.
- Alegre, M. (1999): *Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales*. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- André, F., y Cerdá, E. (2005): *Gestión de residuos sólidos urbanos: Análisis económicos y políticas públicas*. Centro de Estudios Andaluces.
- Añasco, A. (2008): *Diseño del relleno sanitario del cantón Paján*. Gobierno Municipal del Cantón Paján. Paján, Ecuador. (Inédito).
- Arellano, J., y Rihm, A. (2000): *Residuos industriales sólidos en la región metropolitana de Santiago*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Astorga Gättgens, A. (2003): *Manual técnico de EIA: Lineamientos generales para Centroamérica*. San José: UICN.
- Ayes Ametller, G. N. (2003): *Medio ambiente: Impacto y Desarrollo*. La Habana: Editorial Científico-Técnica.
- Bartone, C. (1990): *Economic and policy issues in resource recovery from municipal solid wastes*.
- Bartone, C., & Berstein, J. (1993): *Improving municipal solid waste management in the Third World Countries*.
- Beas, J. (1991): *Análisis de la problemática general de los residuos sólidos urbanos*. Granada.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). (1997): *Guía para Evaluación de Impacto Ambiental para Proyectos de Residuos Sólidos Municipales. Procedimientos Basicos*. Washington, D.C.: Autor.
- Bosque Suárez, R., Duarte Pérez, J., Merino Gómez, T., González Almeida, A., Fundora Lliteras, J., y Pérez Morán, R. (2008): *La gestión integral de los*

- residuos sólidos urbanos. *Educación ambiental para el maestro* (Segunda edición). La Habana.
- Bosques Suárez, R., Duarte Pérez, J., Sánchez Mora, D., Pérez Morán, R., Merino Gómez, T., Laria Piedra, C. N., y otros. (2005): *Apuntes para una educación ambiental en la comunidad*. La Habana: Pontón Caribe, S.A.
- Bristow, C. y Hoffstetter, R. (1977): *Léxico Estratigráfico del Ecuador*. Quito.
- Brito de la Torre, J. M. (2005): *Evaluación del entorno rural de la ciudad de Sancti Spíritus para la ubicación de rellenos sanitarios manuales*. Tesis presentada en opción del título académico de Máster en Contaminación Ambiental. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Matanzas. (Inédito).
- Cantanhede, Á. (1999): La gestión y tratamiento de los residuos generados en los centros de atención de salud. *Repertorio Científico* , 5 (6-7), 13-18.
- Canter, L. W. (1996): *Environmental impact assessment*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- _____. (1998): *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de Estudios de Impacto* (2ª ed.). Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- Casas Vilardell, M. (2007): *La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Niveles de aplicación*. Maestría en Gestión Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador. (Inédito).
- Casas Vilardell, M., y Jaula Botet, J. A. (2002): *Cuba: Medio Ambiente y Desarrollo*. 3er Congreso Internacional de Educación Superior "UNIVERSIDAD 2002". La Habana.
- CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente). (1997): *Ley 81 "Del Medio Ambiente"*. La Habana: Gaceta Oficial de la República.
- _____. (1999): *Resolución 77-1999. Reglamento del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental*. La Habana: Centro de Inspección y Control Ambiental.
- _____. (2007): *Estrategia Ambiental Nacional 2007/2010*. La Habana: Gaceta Oficial de la República.

- CNRH (Consejo Nacional de Recursos Hídricos). (2004): *Codificación de la Ley de Aguas*. Quito: Registro Oficial No. 339 de 20 de Mayo del 2004.
www.derecho-ambiental.org/Derecho/Legislacion-Ambiental.html
- _____. (s/f): *Reglamento General de Aplicación de la Ley de Aguas*. Quito. www.derecho-ambiental.org/Derecho/Legislacion/Reglamento-General-Applicacion-Ley-Aguas.html
- Colby, M. E. (1990): *Environmental Management in Development: The evolution of paradings*. Washington, D.C.: World Bank.
- Conesa Fernández-Vítora, V. (1997): *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Cortinas de Nava, C. (2000): *Gestión de los residuos peligrosos en México*. Santiago de Chile: CEPAL.
- De Jones. (1994): *Enviroment Resources Management and Impact Assessment. Lecture notes*, The Netherlands: UNESCO.
- Delgado Reinoso, J. Á., y Gómez Lorenzo, J. (2002): *Evolución del análisis sectorial de residuos sólidos de Cuba seis años más tarde*. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cancún.
- Delgado Reinoso, J., Ramírez Rodríguez, M., y Gómez Lorenzo, J. (2002): *Evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales*. La Habana: Ministerio de Economía y Planificación.
- Dias de Mota, S. R., Cardoso, A., Marabá, J., Lennon, L., Caldas, L., Moraes, N. (2009): *Solid residues in amazonian´s rural zone: porto salvo´s case*. VII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. La Habana.
- Díaz Aguirre, S. (2009): *Evaluación de Impacto Ambiental. Procedimientos y métodos*. Maestría en Gestión Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador. (Inédito).
- Dillon, D. (2010): People, environmen , language and meaning: values in na ure and he na ure of 'values'. *Language and Ecolog* , 3 (2).
- Dirección Metropolitana de Medio Ambiente. (2004): *Políticas para la gestión ambiental en el distrito metropolitano de Quito*. Quito: Autor.
- Distrito Metropolitano de Quito. (2005): *Ordenanza Metropolitana No. 0146*. Quito: Autor.

- Domínguez González, A. Z., (2009): *Conceptos básicos en planificación y gestión ambiental*. I Diplomado en Planificación y Gestión Ambiental, Centro Universitario de Sancti Spíritus "José Martí Pérez", Sancti Spíritus, Cuba. (Inédito).
- Elizondo Orozco, K., y Mena Herrera, V. (2009): *Relleno sanitario de Río Azul en Costa Rica como primera experiencia de cierre técnico: aspectos sociales y técnicos*. VII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. La Habana.
- Espinoza, G., y Alzina, V. (2001): *Revisión de la Evaluación de Impacto Ambiental en países de América Latina y el Caribe. Metodología, Resultados y Tendencias*. Santiago de Chile: Centro de Estudios para el Desarrollo – Banco Interamericano de Desarrollo.
- Estevan Bolea, M. T. (1984): *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: Mafre.
- Evans, J., Fernández Bremauntz, A., Gavilán García, A., Ize Lema, I., Martínez Cordero, M. A., Ramírez Romero, P., y otros. (2003): *Introducción al análisis de riesgos ambientales*. México, D.F.: SEMARNAT
- Fernández, A., y Sánchez-Osuna, M. (2007): *Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos*. México D.F.: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.
- Flintoff, F. (1984): *Management of Solid Waste in Developing Countries*. New Delhi.
- Franz, B., Louis de Almeida D' Avignon, A., y Vasconcelos de Freitas, M. A. (2009): *Análisis sobre la variación anual en la composición física de los residuos domiciliarios de la ciudad de Río de Janeiro*. VII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. La Habana.
- Gabinete Municipal de Santiago de Cali. (2004): *Plan de gestión integral de residuos sólidos 2004 - 2019*. Santiago de Cali: Autor.
- García Fernández, J. M., y Rey Santos, O. (2005): *Foros de negociación e instrumentos jurídicos internacionales en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible*. La Habana: Publicaciones Acuario.
- Glasson, J.; Therivel, R. & Chadwick, A. (1999): *Introduction to environmental Impact Assessment* (2ª ed.). London: Spon Press.

- Glifo, N. (2006): *Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina, un cuarto de siglo después*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Gobierno de la República del Ecuador. (1987): *Código de Procedimiento Civil*. Quito: Registro Oficial 687 de 18 de Mayo de 1987.
- _____. (2008): *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: Autor.
- Gobierno Provincial de Manabí. (2004): *Síntesis del Plan de Desarrollo de la provincia de Manabí*. Secretaría Técnica de Planificación. Portoviejo, Ecuador. (Inédito).
- Gobierno Municipal de Paján. (2003): *Plan Estratégico de Paján 2002-2012. Construyendo el futuro y la vida*. Paján, Ecuador. (Inédito).
- Goicochea Cardoso, O., Herrera Cruz, J. N., y García Suárez, L. B. (2003): *Sistema de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos en la Cuenca Hidrográfica Almendares-Vento, en Ciudad de La Habana*. IV Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. La Habana.
- Goicochea, O. (2007): *Responsabilidad compartida en la gestión integral de los residuos sólidos. Un marco para la acción y la reflexión en Ciudad de La Habana, Cuba*. Taller Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Sancti Spíritus, Cuba.
- Gómez Orea, D. (1994): *Evaluación de Impacto Ambiental* (2ª ed.). Madrid: Editorial Agrícola Española, S.A.
- González Herrera, M. (2006): La evaluación de impacto ambiental como instrumento de gestión de destinos turísticos. *Teoría y Praxis*, 105-126.
- González Novo, T., y García Díaz, I. (1998): *Cuba. Su medio ambiente después de medio milenio*. La Habana: Editorial Científico-Técnica.
- González Rodríguez, Y. (2008): *Territorio y gestión de los residuos sólidos urbanos en el ejemplo de Ciudad de La Habana*. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad de La Habana. La Habana. (Inédito).
- González Rodríguez, Y., García Fonseca, O., Infante Sigler, A., Rodríguez Frades, N., Beltrán González, J., Martín Páramo, A., y Chanquet Castro, M. (2005): Situación actual de la producción de lixiviados en los vertederos

- provinciales de Ciudad de La Habana. Impacto ambiental y propuestas de sistemas de tratamiento, *Contribución a la Educación y la Protección Ambiental* (6), 32-46.
- Gutiérrez Endara, N., y Jiménez Noboa, S. (2005): *El financiamiento del desarrollo sostenible en el Ecuador*. Quito: CEPAL.
- Gutiérrez Palacios, C. (2002): *Estrategías para el manejo integral de los residuos sólidos en centros turísticos*. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental . Cancún.
- Haddad, J. F. (2000): *Residuos industriales, la experiencia de Brasil*. Santiago de Chile: CEPAL
- IAIA (International Association for Impact Assessment). (1999): *Principles of Environmental Impact Best Practice*. Fargo: Author.
- Ihobe, S. (2000): *Operativa de implementación*. País Vasco: Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). (1949-2001): *Anuario Meteorológico*. Quito: www.inamhi.gov.ec
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo). (2000): *Anuario de Estadísticas Vitales*. Quito: www.inec.gob.ec
- _____. (2001): *VI Censo Nacional de Población y V Censo de Vivienda*. Quito: www.inec.gob.ec
- Jaramillo, J. (1991): *Residuos Sólidos Municipales. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. Washington D.C.: Organización Panamericana de la Salud.
- _____. (2002): *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones*. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Jaula Botet, J. A. (2004): *Sobre el reto de la universidad ante la protección del medio ambiente y el desarrollo sustentable*. 4to Congreso Internacional de Educación Superior “UNIVERSIDAD 2004”. La Habana.

- _____. (2006a): *Medio ambiente, ideología y desarrollo sostenible en la nueva universidad*. V Convención Internacional de Educación Superior "UNIVERSIDAD 2006". La Habana.
- _____. (2006b): *Introducción a la gestión ambiental*. Maestría en Gestión Ambiental. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador. (Inédito).
- _____. (2008): Medio ambiente, desarrollo sostenible y una perspectiva socialista desde Cuba. En Luciano Vasapollo (Ed.), *Capitale, Nature e Lavoro. L'esperienza di Nuestra América* (págs. 213-230). Roma: Jaka Book.
- _____. (2010): *Propuesta de plataforma programática ambiental por el desarrollo sostenible para Cuba y los países de la Alianza Bolivariana para los Pueblos de América (ALBA)*. 7mo Congreso Internacional de Educación Superior "UNIVERSIDAD 2010". La Habana.
- Jiménez Herrero, L. (1995): *El desarrollo sostenible como proceso de cambio*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Johnson, D. L. et al. (1997): Meanings of environmental terms. *Journal of environmental quality*, (26), 581-589.
- Junco Horta, J. Z., Abó Balanza, M., Almeida Galbán, M. d., Espinosa, I., Ferrer Blanco, L. A., y González Hernández, J. (2002): *Contaminación y gestión de residuos*. La Habana: Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental.
- Lago, L. P. (1999): *Particularidades del sistema de gestión ambiental en la industria CEPRONIQUEL*. Moa, Holguín. (Inédito).
- Lee-Smith, D. (1997): *Indicadores generados por la comunidad: guía para técnicos de campo que realizan monitoreo y evaluación a nivel comunitario*. Cambridge: UICN.
- Leff, E. (2001): *Justicia ambiental: Construcción y defensa de los nuevos derechos ambientales culturales y colectivos en América Latina*. México, D.F.: PNUMA.
- Leff, E., y Bastida, M. (Edits.). (2001): *Comercio, Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable*. México, D.F.: PNUMA.

- Leopold, D. B. et al., (1971): *A procedure for evaluating environmental impact*. Circular 645. Washington D.C.: U.S. Geological Survey.
- López Fuentes, M. (2003): *El manejo integral y sustentable de los residuos sólidos. Situación de la provincia La Habana*. IV Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. La Habana.
- López Torres, M., Espinosa Lloréns, M., Martínez Morales, V., Ramos Alvariño, C., y Pellón Arrechea, A. (2003): *Desarrollo y tendencias en la gestión de los residuos sólidos urbanos*. La Habana: Centro Nacional de Investigaciones Científicas.
- López Valdés, E. (Ed.). (2009a): Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. *Capacitación Ambiental Empresarial*. La Habana, Cuba: gaia.
- _____. (2009b): Gestión ambiental empresarial. Metodología para la realización de una revisión medio ambiental inicial. *Capacitación Ambiental Empresarial*. La Habana, Cuba: gaia.
- López, M., Espinosa, M., y Delgado, J. (2004): *Desarrollo tecnológico en la gestión integral de los residuos urbanos en Cuba*. La Habana, Cuba.
- López, M., y Espinosa, M. (2002): *Enfoque para la gestión integral de los residuos urbanos en Cuba*. La Habana.
- Macías Fuentes, F., y otros. (2009): *Estudio de Impacto Ambiental de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos en el cantón Paján, de la provincia de Manabí, Ecuador*. Paján. (Inédito).
- Mata-Jiménez, A. (2001): *Technical and content analysis of the EIA for the Chalillo Dam Project, Belize*. San José: UICN.
- Mateo Rodríguez, J. M. (2008): *Planificación Ambiental*. La Habana: Editorial Universitaria.
- Meadows. (1972): *Los límites del crecimiento*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Melchor Rodríguez, K., Aguilera Corrales, Y., Körner, I., Kleeberg, K., Lima Cazorla, L., Saborit Sánchez, I., García Céspedes, D., Rebollido Ríos, R. (2005): Evaluación del proceso de compostaje en un bioreactor. *Contribución a la Educación y la Protección Ambiental*, (6), 67-77.

- Michalek, R., Lombardo, G., y de la Chesnave, F. (1996): *Manual de capacitación de minimización de residuos*. New York: World Environmental Center.
- Ministerio de Planificación y Cooperación. (2002): *Metodología de Proyectos de Residuos Sólidos Domiciliarios y Asimilables*. Santiago de Chile: Autor.
- Ministerio de Salud Pública. (2006): *Ley orgánica de Salud*. Quito. Autor.
- Ministerio del Ambiente. (1999a): *Estrategia Ambiental para el Desarrollo Sostenible del Ecuador*. Quito: Autor.
- _____. (1999b): *Ley de prevención y control de contaminación ambiental*. Quito. Autor.
- _____. (2002): *Análisis sectorial de Residuos Sólidos en Ecuador*. Quito: Organización Panamericana de la Salud.
- _____. (2003): *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS)*. Quito: Autor.
- _____. (2004): *Ley de Gestión Ambiental*. Quito: Autor.
- Miranda, G., Chamy, R., y Poirrier, P. (2002): *Estudio del tratamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos en un reactor anaerobio de dos etapas a partir de residuos modelos*. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Cancún.
- MOPU (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo). (1990): *Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental: grandes presas, repoblaciones forestales, carreteras y ferrocarriles*. Madrid: Autor.
- _____. (2000): *Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental, 1: carreteras y ferrocarriles*. (4ª reimpr.). Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- Moreira, I. (1992): *Vocabulário básico de Medio Ambiente*. Rio de Janeiro: Feema/Petrobrás.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2004): *Políticas para la Gestión Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito: Autor.
- Navarro Mendoza, S., Aragón Sulik, M., y Belmonte Jiménez, S. (s/f): *Parámetros físicos y químicos que influyen sobre la aptitud de un sitio destinado a la disposición de residuos municipales*. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Oaxaca, México. (Inédito).

- Novo Villaverde, M. (Ed.). (1999): *Los desafíos ambientales: Reflexiones y propuestas para un futuro sostenible*. Madrid: UNIVERSITAS, S.A.
- ONN (Oficina Nacional de Normalización). (2002a): *NC 133: 2002: Residuos sólidos urbanos. Almacenamiento, recolección y transportación. Requisitos higiénico sanitarios y ambientales*. La Habana: Autor.
- _____. (2002b): *NC 134: 2002: Residuos sólidos urbanos. Tratamiento. Requisitos higiénico sanitarios y ambientales*. La Habana: Autor.
- _____. (2002c): *NC 135: 2002: Residuos sólidos urbanos. Disposición final. Requisitos higiénico sanitarios y ambientales*. La Habana: Autor.
- _____. (2004): *NC-TS 360: 2004: Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas - Especificaciones*. La Habana: Autor.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). (1972): *Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Humano*. Estocolmo: Autor.
- _____. (1982): *Declaración de Nairobi*. Nairobi: Autor.
- _____. (1992): *Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo*. Río de Janeiro: Autor.
- _____. (2002): *Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible*. Johannesburgo: Autor.
- _____. (2008): *Objetivos de desarrollo del Milenio. Informe 2008*. Nueva York: Autor.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud). (2002): *La salud en las Américas; edición de 2002*. Washington, D.C.: Autor.
- Orozco Badilla, J., Astorga Gatgens, A., y Aguilar Rojas, G. (Edits.). (2004): *Manual de participación pública para evaluación de impacto ambiental*. San José: UICN.
- Ortiz Torrez, L., Míguez Tabarés, L., y Rey, P. (1996): *Manual de gestión medioambiental*. Vigo: Comisión Gallega de Medio Ambiente.
- Palacios, F., García, E., García, O., Fragueta, V., Ruiz, A., Sarduy, M., Potrillé, F. (2005): *Residuos Sólidos Urbanos en ciudades costeras. Experiencias y resultados, Contribución a la Educación y Protección Ambiental, (6), 8-16.*

- Palacios, P. (2001): *En defensa de la vida: Una lectura de los derechos medioambientales*.
- Pizarro Camacho, D. (2006): *Evaluación de Impacto Ambiental*. Curso de postgrado. Centro Universitario de Sancti Spíritus "José Martí Pérez". Sancti Spíritus, Cuba. (Inédito).
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (2002): *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial GEO-3*. Madrid: Mundi-Prensa.
- _____. (2004): *GEO Year Book 2003*. Nairobi: Autor.
- PNUMA/ORPALC (Oficina Regional para América Latina y el Caribe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (2000): *GEO Latin America and the Caribbean. Environment Outlook*. San José: Observatorio del Desarrollo.
- _____. (2001): *GEO Juvenil para América Latina y el Caribe: abre tus ojos al medio ambiente*. México, D.F.: Oxford University Press.
- _____. (2003): *GEO América Latina y el Caribe: Perspectivas del Medio Ambiente 2003*. San José: Observatorio del Desarrollo.
- _____. (2004): *Perspectivas del Medio Ambiente urbano en América Latina y el Caribe: las evaluaciones GEO Ciudades y sus resultados*. México, D.F.: Autor.
- Ponjuan, G. (1999): *Los residuos sólidos urbanos en la Ciudad de La Habana: diagnóstico de la gestión y alternativas para su aprovechamiento*. La Habana.
- Puerta de Armas, Y. G. (2004): *Estudio ambiental para la planificación y gestión sostenible de la cuenca hidrográfica del río Zaza*. Trabajo de Diploma presentado en opción al título de Licenciado en Geografía. Universidad de La Habana. La Habana. (Inédito).
- _____. (2008): *Distribución territorial de la mortalidad por cáncer y condiciones ambientales en la provincia de Sancti Spíritus*. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad de La Habana. La Habana. (inédito).

-
- _____. (2009): *Ordenamiento territorial y Planificación Ambiental*. Maestría en Gestión Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador. (Inédito).
- Puerta de Armas, Y. G., y Perera Castillo, E. (1999): *Estudio de los principales problemas ambientales en la provincia de Sancti Spíritus (1993-1998)*. Sancti Spíritus, Cuba. (Inédito).
- Puig, J. M. (1999): Los residuos: reducir, reciclar, reutilizar. En M. Novo, *Los desafíos ambientales: reflexiones y propuestas para un futuro sostenible* (págs. 303-332). Madrid: UNIVERSITAS, S.A.
- Ramos Hernández, A. L. (2008): *Propuesta para el mejoramiento de la implementación de la Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental en la República de Cuba*. Tesis presentada en opción del Título Académico de Máster en Gestión Ambiental. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca". Pinar del Río. (Inédito).
- Rivas-Martínez, S. (2004): *Global Bioclimatics (Clasificación bioclimática de la Tierra)*. www.globalbioclimatics.org/book/bioc/bioc2.pdf
- Rodríguez Cardona, J. G., Rodríguez Alayón, M., Reyes Pérez, V., Palacio, O., Lauzarique Rodríguez, M., Ravelo Parra, V., y Ribalta Areana, R. (2005): Disposición segura de desechos peligrosos. *Contribución a la Educación y la Protección Ambiental*, (6), 27-35.
- Rodríguez Códova, R. (2004): *Evaluación de Impacto Ambiental*. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Rodríguez Escobar, L. Á. (2000): *Hacia la gestión ambiental de residuos sólidos en las metrópolis de América Latina*. V Congreso Internacional en Gestión de Recursos Naturales. Valdivia, Chile.
- Rodríguez Oquendo, V., García Pavón, S., y Jané, A. M. (2005): *Mitigación del impacto ambiental que generan los residuos sólidos de la agroindustria cafetalera*. V Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. La Habana.
- Rodríguez Salinas, M. A., y Córdova y Vázquez, A. (2006): *Manual de compostaje municipal. Tratamiento de residuos sólidos urbanos*. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

- Sachs, I. (1974): Environment et styles de développement, *Annales: économies, sociétés, civilisations, Histoire et environnement*, (3), 553 – 570.
- Sakurai, K. (1984): *Residuos sólidos peligrosos. Definición, Clasificación y Manejo*. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Sancha, A. M. (2000): *Diagnóstico y gestión de descargas de residuos industriales líquidos en la región metropolitana de Santiago*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Sánchez, J. (2006): *Bio-rellenos metanogénicos. Tecnología para la disposición final sustentable de los residuos sólidos*. Taller Internacional sobre Manejo de Desechos Sólidos, La Habana.
- Sánchez, L. E. (2006): *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Savino, A. (1995): *Residuos Sólidos Urbanos*. Buenos Aires: CEAMSE.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). (1999): *Promoción de la Minimización y Manejo Integral de los Residuos Peligrosos*. México, D.F.: Autor.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2001): *Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos*. México D.F.: Autor.
- _____. (2006): *Una propuesta para la gestión ambiental municipal de los residuos sólidos. El Sistema Integral de Gestión Ambiental Municipal (SIGAM)*. México, D.F.: Autor.
- SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo). (2007): *Plan Nacional de Desarrollo 2007 - 2010*. Quito: Autor.
- SESMA (Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente). (2006): *Información General Relativa a Residuos Domiciliarios*. Santiago de Chile: Autor.
- www.sesma.cl
- Sierra Socorro, J. J. (2009): *Legislación ambiental básica*. Maestría en Gestión Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador. (Inédito).
- Soares, L. C., Bittner, M., Ortiz, E., Sánchez, J., y de la Torre, F. (2002): *Análisis sectorial de los residuos sólidos en Ecuador*. Quito. (Inédito).
- Tello Espinosa, C. (s/f): *El monitoreo ambiental: Una alarma a los problemas de salud*. México, D.F.

- Vargas, M., Larrea, S., Pozo, C., Jaramillo, M., y Rodríguez, S. (2008): *Estudios definitivos para la gestión integral de residuos sólidos de Jipijapa*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- Vélez Pereira, A. M., y Camargo Caicedo, Y. (2009): *Evaluación de la concentración de aerobacterias asociadas al relleno sanitario Palangana, Santa Marta-Colombia*. VII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. La Habana.
- Watherm, P. (1988): *An Introductory Guide to EIA*. London: Unwin Hyman.
- Westman, W. E. (1985): *Ecology, Impact Assessment, and Environmental Planning*. New York: Wiley.
- World Environment Center. (1996): *Manual de Capacitación de Minimización de Residuos*. New York: Autor.
- Zepeda, F. (1995): *El manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud.

ANEXOS

Anexo I. Riesgos y problemas asociados a la gestión de los RSU¹.

Si no se manejan adecuadamente los residuos sólidos, hay muchos impactos negativos que pueden resultar. Algunos de los más importantes se mencionan en la siguiente lista (la importancia relativa de cada uno depende mucho de las condiciones locales):

- ✓ Aunque no es el más grave, el daño más visible que los residuos sólidos causan es de índole estética. Los residuos no colectados degradan el ambiente urbano, obstruyendo los esfuerzos para mantener las calles y los espacios abiertos en una condición limpia y atractiva².
- ✓ Las basuras no colectadas terminan a menudo en los desagües, causando obstáculos que producen inundaciones y condiciones de insalubridad.
- ✓ La transmisión de determinadas enfermedades, que pueden producirse por contacto directo con los residuos y por la vía indirecta, a través de los vectores o transmisores más comunes como moscas, mosquitos, cucarachas, ratas, perros y gatos callejeros que comen de la basura³. En este sentido, los más vulnerables a sufrir cualquier tipo de enfermedades infecciosas, parasitarias o respiratorias son los niños menores de 5 años, los bebés recién nacidos y las personas de mayor edad, siendo mayor el riesgo para la población de muy bajos recursos (sobre todo los más pobres que residen en los asentamientos marginales y los considerados indigentes).

¹ Tomado de:

http://www.ecoportal.net/contenido/temas_especiales/basura_residuos/los_residuos_solidos_urbanos y <http://www.sanicon.net/titles/topicintro.php3?topicId=4>

² El manejo de los residuos sólidos es un indicador claro de la efectividad de una administración municipal. Las bolsas plásticas son una molestia estética particular y ellos causan la muerte de algunos animales que las comen.

³ Según la Revista Panamericana de la Salud, la acumulación de residuos urbanos puede causar más de 40 enfermedades que producen desde una simple colitis pasajera, hasta infecciones de todo tipo que podrían ocasionar la muerte. Algunas de las enfermedades que están directamente relacionadas con la basura son: ascariasis, hepatitis, toxoplasmosis, fiebre tifoidea y poliomielitis, entre otras. Podrían citarse otras patologías como las broncopulmonares, los broncoespasmos, el asma (adquiridas por vía respiratoria) y las enfermedades de la piel y los problemas intestinales como la diarrea aguda, que constituyen los trastornos más frecuentes provocados por el contacto directo con los desechos que tienen las personas que viven en el vertedero y en áreas muy próximas.

- ✓ Contaminación del aire: Paralelamente a las infecciones que promueve la exposición de la basura al ambiente urbano, la quema de residuos, en ocasiones puede derivar en lesiones muy graves para el sistema respiratorio, puesto que produce la suspensión de partículas que pueden ser altamente contaminantes; si a esto le agregamos los malos olores que producen, estamos en presencia de las principales causas de contaminación del aire que respiran los habitantes de la ciudad. Los productos de combustión incluyen dioxinas, las cuales son particularmente peligrosas.
- ✓ principales causas de contaminación del aire que respiran los habitantes de la ciudad. Los productos de combustión incluyen dioxinas, las cuales son particularmente peligrosas.
- ✓ Los aerosoles y polvos pueden expandir hongos y patógenos provenientes de residuos sólidos no colectados y en descomposición.
- ✓ Los obreros encargados de la colección y disposición final de desechos, están expuestos a peligros tales como: lesiones con objetos afilados (riesgos a contraer tétano, hepatitis y HIV), heridas por derrumbes⁴, hundimientos o incendios en los vertederos, lesiones en la espalda y articulaciones (contenedores y equipos pesados), enfermedades respiratorias (inhalaación de material particulado, bioaerosoles, humo, polvo, etc.) y otras infecciones provocadas por contacto con material contaminado o mordeduras de perros y roedores, entre otros⁵.
- ✓ Los contenedores de basura y los vehículos abandonados bloquean calles y otras vías de acceso.
- ✓ Los camiones colectores de desechos pesados, pueden causar daños significativos a las superficies de caminos que no se diseñaron para tales pesos.
- ✓ Contaminación del agua: El agua contaminada (lixiviado) que fluye de los contenedores de basura y sitios de disposición, pueden causar seria contaminación de suministros de agua. Se han encontrado en los lixiviados provenientes de los vertederos, altos niveles de metales pesados como plomo, cadmio, arsénico y níquel. La exposición a estos metales puede provocar

⁴ Una inadecuada disposición de grandes cantidades de desechos, puede provocar deslizamientos, que pueden llegar a enterrar y matar personas

⁵ Los artículos peligrosos (como vasos rotos, hojas de navajas de afeitar, agujas hipodérmicas y otros residuos hospitalarios, aerosoles y los recipientes potencialmente explosivos y químicos de las industrias) pueden representar riesgos de lesión o envenenamiento, particularmente a los niños y las personas que manipulan la basura.

enfermedades de la sangre y los huesos, así como daños al hígado, reducción de las capacidades mentales y daños neurológicos.

- ✓ Los suelos también pueden ser alterados en su estructura debido a la acción de los lixiviados, que al contaminarlos, los dejan inutilizados por largos periodos de tiempo.
- ✓ El biogás del vertedero (que se produce por la descomposición de los residuos sólidos) puede ser explosivo si se acumula en espacios cerrados. Está compuesto por una mezcla de gases que incluyen el metano, el dióxido de carbono y compuestos orgánicos como el tricloroetileno, el tolueno, el benceno el cloruro de vinilo. Muchas de estas sustancias son tóxicas y/o cancerígenas.
- ✓ El metano (uno de los elementos principales del biogás) es mucho más efectivo que el dióxido de carbono (como gas de efecto invernadero), en cuanto a su influencia en el cambio climático.
- ✓ Los fuegos en los sitios de disposición pueden causar contaminación atmosférica mayor, causando enfermedades y reduciendo la visibilidad; haciendo los sitios de disposición gravemente inestables, causando explosiones que posiblemente se extiendan a propiedades adyacentes.

Anexo II. Criterios del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) sobre la gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe⁶.

Sobre el almacenamiento y recolección.

El diseño correcto de proyectos y equipos para el almacenamiento de los residuos sólidos, para su posterior recolección, puede prever contenedores individuales o comunales, dependiendo de la disponibilidad de espacio, como es el caso de áreas densamente pobladas y con acceso limitado.

Un sistema adecuado de recolección debe prever, en lo posible, recipientes colectores apropiados que hayan sido diseñados según el perfil de los usuarios de los trabajadores, y de las características del local. Se deben evitar contenedores pesados difíciles de maniobrar que puedan producir daño a los usuarios y recolectores al moverlos.

Para la recolección de desechos sólidos se requieren equipos, camiones colectores/compactadores, tractores, y en algunos casos, estaciones de transferencia (usadas para mejorar la eficiencia de los servicios y disminuir los costos de recolección y transporte), vehículos recolectores de lodo séptico y de residuos de los sistemas especiales de tratamiento de agua y aguas servidas. Además, debe contar con oficinas para el mantenimiento y reparación del parque automotor recolector.

Las prácticas y técnicas de recolección deben ser apropiadas a las características del vecindario, de las condiciones topográficas y del acceso, de las vías públicas, y distancia a caminar por los residentes para descargar sus desechos sólidos. La recolección debe ser más frecuente en localidades de climas cálidos y húmedos para prevenir riesgos a la salud, ocasionados por la descomposición rápida de la basura con alto tenor orgánico.

Los proyectos de residuos sólidos deben prestar especial atención a las zonas de bajos ingresos, y prever métodos de recolección en los cuales participe la comunidad, campañas de educación para el manejo, almacenamiento y transporte de la basura, y proveer contenedores adecuados para la recolección de desechos en las unidades

⁶ Tomado de: BID (Banco Interamericano de Desarrollo) (1997). *Guía para Evaluación de Impacto Ambiental para Proyectos de Residuos Sólidos Municipales. Procedimientos Básicos.*, Washington, D.C.: Autor.

residenciales y manzanas, con la cooperación de los residentes especialmente cuando hay programas de reciclaje y separación en la fuente.

La eficiencia de los sistemas de limpieza urbana puede estar condicionada a aspectos de la participación del sector privado, educación del público usuario y factores técnicos tales como; apropiadas de recolección, optimización del tamaño de los equipos, planificación de rutas, limitación del traslado directo a distancias económicamente viables y la prolongación de la vida útil de los vehículos.

Las políticas de los países y los proyectos deben atender a los compromisos de la Agenda 21 en lo que se refiere a priorizar para cada localidad formas sostenibles de manejo de los residuos.

Sobre el tratamiento y disposición final

El tratamiento y la disposición final son las últimas etapas del ciclo de manejo de los residuos sólidos. Tratar y disponer sanitariamente una porción cada vez mayor de las basuras es una meta que todos los países asumieron en Río 92 (CNUMAD-92). Las formas más usuales de tratar y disponer los residuos sólidos urbanos son el relleno sanitario, el compostaje, la incineración y el reciclaje.

Técnica	Ventajas	Problemas
Relleno sanitario	Recuperación de zonas degradadas. Aprovechamiento de gases.	Exige extensas áreas aisladas. Características geológicas especiales.
Compostaje	Reducción de volumen. Producción de acondicionadores de suelo.	Contaminación de los suelos y vegetación por la presencia de metales pesados.
Incineración	Reducción de pesos y de volúmenes. Descontaminación biológica.	Contaminación atmosférica. Elevados costos de operación y mantenimiento.
Reciclaje	Aprovechamiento de materiales. Ahorro de energía Reducción de residuos. Sustentabilidad ambiental.	Riesgos ocupacionales inherentes a la recuperación informal de materiales reciclables (alto potencial de contaminación).

Relleno sanitario

Es una técnica de disposición de residuos sólidos muy utilizada en América Latina y el Caribe, que consiste en la disposición de capas de basura compactadas sobre un suelo

previamente impermeabilizado para evitar la contaminación del acuífero y recubiertas por capas de suelo. Una ventaja del relleno sanitario sobre otros métodos de tratamiento de residuos es la posibilidad de recuperación de áreas ambientalmente degradadas por la minería o explotación de canteras, así como de terrenos considerados improductivos o marginales. Otras ventajas de un relleno sanitario son: baja inversión de capital comparada con otros métodos de tratamiento, generación de empleo de mano de obra no calificada, flexibilidad, en cuanto a capacidad, para recibir cantidades adicionales de desechos y la posibilidad de utilizar el gas metano producido como fuente alternativa de energía.

Los rellenos sanitarios mal ubicados y/o contruidos pueden generar contaminación ambiental e impactos a la estética, a la salud pública y ocupacional. En la planificación y construcción de los rellenos sanitarios se deben tomar precauciones para no alterar el medio ambiente natural en forma negativa o causar impactos adversos en la población circundante.

Para evitar la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales más cercanas se deben utilizar áreas donde la permeabilidad del suelo subyacente sea reducida y materiales aislantes adecuados.

La descomposición de la materia orgánica en los rellenos sanitarios produce gases y líquidos contaminados que son filtrados por el suelo y pueden comprometer al acuífero. El grado en que el suelo reduce la carga de contaminación dependerá de sus características físicas y químicas tales como porosidad, capacidad de intercambio de iones, así como su habilidad para absorber y precipitar los sólidos disueltos. No todos los contaminantes son retenidos o filtrados por el suelo. Por ejemplo, aniones como cloruro y nitrato, pasan fácilmente a través de la mayoría de los suelos sin atenuación. Los suelos arcillosos y con humus tienen mayor poder de retención de contaminantes que los suelos arenosos. Bajo ciertas condiciones hidrológicas la filtración de los líquidos percolados (lixiviación), puede pasar a través del suelo no saturado, que se halla debajo de los rellenos, y contaminar las aguas subterráneas.

Al diseñar un relleno sanitario se deben considerar los aspectos socioculturales del vecindario, especialmente en relación a las dimensiones de las instalaciones, que deben estar en conformidad con los planes maestros de uso de suelo urbano. Los impactos

estéticos y sonoros (ruidos de tránsito) deben ser evaluados especialmente en las áreas próximas a urbanizaciones. La migración de gases y polvo (olor y humo) según la dirección prevaleciente de los vientos, el flujo de las aguas subterráneas (que pueden contaminar a los pozos de agua potable) y las características de los cuerpos de aguas superficiales son elementos importantes a ser considerados en los proyectos de residuos sólidos.

Compostaje.

El compostaje, o estabilización biológica de residuos, es el proceso por el cual los desechos sólidos son tratados y se descomponen dando como resultado un abono con las características de un suelo vegetal que se puede utilizar en tierras agrícolas, bosques y jardines. Aunque el compostaje es una excelente práctica, desde el punto de vista del aprovechamiento de residuos, se debe tener en cuenta la existencia de mercado y garantizar la calidad del producto para evitar la contaminación de los productos agrícolas por metales pesados. Algunas sustancias permanecen en el suelo y se acumulan hasta niveles fitotóxicos, bajo repetidas aplicaciones de abono.

El compostaje es una alternativa recomendada para ciudades pequeñas y medianas, localizadas en zonas agrícolas que puedan utilizar el compost con ventajas económicas por reducción de productos usados como condicionador de suelos.

Reciclaje.

La recuperación y reciclaje de materiales es una parte fundamental del manejo integrado de residuos recomendada en la Agenda 21. Los principales componentes reciclables son los productos de papel, vidrio, aluminio y plástico. En el mercado informal del reciclaje participan principalmente recogedores ambulantes y compradores domiciliarios de papel, botellas y otros insumos reciclables, los recuperadores (también denominados pepenadores o segregadores) en los botaderos municipales y una amplia gama de intermediarios locales. Las empresas compradoras de reciclables que pertenecen al sector formal compran insumos reciclables para incorporarlos como materia prima en sus procesos de producción industrial.

En la región los productos reciclables no se aprovechan al máximo debido a que en muchos casos las condiciones de mercado limitan su producción a niveles de pequeña y mediana escala. Sin embargo las municipalidades deberían incentivar estas actividades de manera ordenada e higiénica, si el costo económico de reciclar y reusar es menor que el costo económico asociado con una vida útil de un relleno sanitario existente o con un nuevo relleno sanitario de menor tamaño. Las municipalidades pueden ofrecer facilidades al sector informal, incluyendo además a las micro empresas, lo que les permitiría reducir sus costos de manejo y disposición de residuos.

Es fundamental fomentar la minimización de la generación de residuos sólidos, para lo cual deben ejecutarse programas concertados de carácter educativo ambiental, de aprovechamiento económico, en que participen organizaciones no gubernamentales que promuevan estas actividades.

La educación y cooperación de la comunidad y la divulgación son esenciales para crear sensibilidad y conciencia de los consumidores sobre el reciclaje de los residuos sólidos y separación de los insumos reciclables del resto de los desechos sólidos a nivel domiciliario.

Anexo III. Cobertura de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos en países seleccionados de América Latina y el Caribe.

País	Relleno Sanitario (%)	Relleno Controlado (%)	Vertedero a Cielo Abierto y otras prácticas %)
Anguila	100	-	-
Antigua y Barbuda	95	-	-
Argentina	78	1	5
Bahamas	-	95	-
Barbados	35	48	0
Belice	-	97	3
Bolivia	66	14	6
Brasil	13	17	60
Chile	48	38	7
Colombia	59	6	28
Costa Rica	58	16	20
Cuba	21	58	20
Dominicana	-	85	-
Ecuador	57	16	12
El Salvador	40	-	0
Granada	90	-	-
Guatemala	-	24	1
Guyana	-	52	43
Jamaica	-	100	-
México	25	35	40
Nicaragua	12	16	33
Panamá	56	-	20
Paraguay	8	36	17
Perú	18	48	19
Rep. Dominicana	34	4	47
San Kitts y Nevis	100	-	-
San Vicente y las Granadinas	100	-	-
Surinam	100	-	-
Uruguay	8	52	41
Venezuela	-	12	0
Promedio Región	22	9	9

Fuente: Sánchez, 2006.